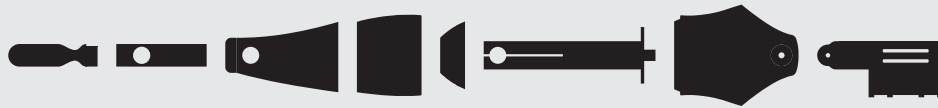




FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

U LISBOA | UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



# DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

## DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Design de Produto

António Gil da Costa Santos



### **Orientador Científico**

Doutor Francisco dos Santos Rebelo

### **Presidente do Júri**

Doutora Teresa Michele Santos

### **Vogal**

Doutora Rita Assoreira Almendra



Lisboa, 29 de Novembro 2016





# DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

## DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Design de Produto

António Gil da Costa Santos



### **Orientador Científico**

Doutor Francisco dos Santos Rebelo

### **Presidente do Júri**

Doutora Teresa Michele Santos

### **Vogal**

Doutora Rita Assoreira Almendra







---

## AGRADECIMENTOS

Um obrigado ao Professor Francisco Rebelo, orientador desta investigação, por todo o seu apoio, disponibilidade, pelos seus comentários e por acreditar nesta investigação.

Agradeço aos meus pais pela ajuda, apoio e dedicação que me deram na vida e em especial no meu percurso académico.

A todos os colegas de turma e de arquitectura, pela amizade, conhecimento partilhado, apoio e carinho nos vários momentos da minha jornada académica.

Aos bons professores que tive, por todo o conhecimento que fizeram questão de partilhar com toda sua dedicação e carinho à sua disciplina e por contribuírem para a minha formação enquanto Designer e pessoa.

Por último, aos amigos, família e à minha banda, Alice, que de alguma maneira fizeram parte e contribuíram para o meu percurso académico e para a presente investigação.



---

## RESUMO

O tema da presente investigação nasce da intersecção do design e ergonomia com a área da saúde – para o desenvolvimento de próteses impressas em 3D, que permitam um maior nível de adaptabilidade podendo dar ou devolver aos utilizadores a autonomia que precisam para o seu quotidiano.

É aplicada uma abordagem metodológica que centra o processo de desenvolvimento nas necessidades e capacidades do utilizador com deficiência, que tenha sofrido de uma amputação do seu membro superior nomeadamente ao nível do antebraço.

Na primeira fase deste estudo, é desenvolvida uma base teórica consistente sobre o tema, de modo a sustentar as ideias e as soluções desenvolvidas. Através da intersecção de várias áreas como o Design, a Ergonomia e a Prototipagem Rápida.

Na segunda fase, foram desenvolvidos modelos de prótese virtuais onde o final foi desenvolvido num protótipo físico em prototipagem rápida. Foram ainda avaliados aspectos emocionais do modelo final.

Na fase final, é revista a proposta desenvolvida nas fases anteriores e elaboradas as correcções em função de eventuais problemas encontrados.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Design de Produto, Prototipagem Rápida, Design Centrado no Utilizador, Usabilidade, Emotional Design.



---

## ABSTRACT

The theme of this research was born from the intersection of design and ergonomics with the health area - for the development of 3D printed prosthesis, to enable a higher level of adaptability in order to give or return to the users the autonomy they need in their daily lives.

It will be used a methodological approach that focuses the development process on the needs and capabilities of users with disabilities, who have suffered an amputation of their upper limb mainly focusing the forearm.

In the first phase of this study, it was developed a consistent theoretical basis on the subject to sustain the ideas and solutions to be developed. Through the intersection of several areas such as Design, Ergonomics and Rapid Prototyping.

In a second phase, were developed several virtual conceptual models which the final one resulted in a physical 3D printed prototype. After this phase, the model from the previous phase was put up to test at an emotional evaluation.

The last phase will review the proposed model from the previous phases where it'll be done adjustments to some flaws that were presented in the printed prototype.

### KEY-WORDS:

Product Design, Rapid Prototyping, User-Centered Design, Usability, Emotional Design.



---

## ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

**UX** - User Experience

**DCU** - Design Centrado no Utilizador

**UI** - User Interface

**ISO** - *International Organization for Standardization*

**Trad.** - Tradução

**S.d** - Sem Data

**Fig.** - Figura

**GEW** - Geneva Emotion Wheel





---

## ÍNDICE GERAL

### PARTE 1

Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract	V
Acrónimos e Abreviaturas	VII
Índice Geral	IX
Índice de Figuras	XIII
Índice de Tabelas	XV

### PARTE 2

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 - Enquadramento	1
1.2 - Questões da Investigação	3
1.3 - Objectivos da Investigação	5
1.4 - Desenho da Investigação	7
1.5 - Benefícios	9
 <b>CAPÍTULO 2: ESTADO DE ARTE</b>	 11
<b>2.1: AMPUTAÇÃO</b>	11
2.1.1 - Amputação	11
2.1.2 - Principais Causas de Amputação	14
Sumário	17
Referências Bibliográficas	18
 <b>2.2: PRÓTESES</b>	 21
2.2.1 - Próteses	21
2.2.2 - Reabilitação	25
Sumário	30
Referências Bibliográficas	31
 <b>2.3: ERGONOMIA</b>	 33
2.3.1 - Ergonomia	33
2.3.2 - Antropometria	36
Sumário	39
Referências Bibliográficas	40

<b>2.4: USABILIDADE, UX E EMOTIONAL DESIGN</b>	43
2.4.1 - Usabilidade	43
2.4.2 - User Experience	47
2.4.2.1 - Avaliação em Ux	49
2.4.3 - Emotional Design	51
Sumário	56
Referências Bibliográficas	57
 <b>2.5: DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR</b>	 61
2.5.1 - DCU	61
2.5.2 - Obsolescência Programada	66
2.5.3 - Design para a Saúde	67
Sumário	68
Referências Bibliográficas	69
 <b>2.6: CUSTOMIZAÇÃO</b>	 71
2.6.1 - Customização	71
Sumário	77
Referências Bibliográficas	79
 <b>2.7: PROTOTIPAGEM</b>	 81
2.7.1 - Prototipagem Rápida	81
2.7.2 - Tipos de Impressão	83
2.7.3 - Materiais	84
Sumário	86
Referências Bibliográficas	87
 <b>CAPÍTULO 3: DESENVOLVIMENTO PROJECTUAL</b>	 89
<b>3.1: CONCEITO E DESENVOLVIMENTO</b>	89
3.1.1 - Conceito	89
3.1.2 - Características e Primeiros Esboços	90
3.1.3 - Conceito Final e Desenvolvimento	95
3.1.4 - Prototipagem	102
Sumário	104
Referências Bibliográficas	105

<b>3.2: QUESTIONÁRIOS PARA AVALIAÇÕES EMOCIONAIS</b>	107
3.2.1 - Questionários	107
3.2.2 - Próteses Seleccionadas para o Questionário	108
3.2.3 - Explicação do Questionário	110
3.2.4 - Análise do Questionário sobre o Impacto Emocional das Próteses	114
3.2.4.1 - Tabelas Gerais das Ordens	117
3.2.4.2 - Análise das Ordens	120
3.2.5 - Análise Geral	122
3.2.5.1 - Tabela Geral dos Questionários aos Amputados	125
Sumário	127
Referências Bibliográficas	129
 <b>3.3: ANÁLISE E AJUSTES</b>	 131
3.3.1 - Análise e Ajustes	131
3.3.2 - Protótipo Final	135
Sumário	137
 <b>CAPÍTULO 4: CONCLUSÕES FINAIS</b>	 139
4.1 - Verificação da Proposta de Projecto e suas Conclusões	139
4.2 - Recomendações para Investigações Futuras	141
 Referências Bibliográficas	 143
Bibliografia	151
 <b>Apêndice A - Questionários &amp; Tabelas de Resumo</b>	 163
<b>Apêndice B - Projecto Prático: Desenhos Técnicos</b>	177
<b>Apêndice C - Projecto Prático: Renders</b>	223



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Organograma.	8
<b>Figura 2</b> - Prótese do dedo do pé de uma múmia egípcia,.	22
<b>Figura 3</b> - Esquema de componentes de uma prótese para amputações acima do joelho.	24
<b>Figura 4</b> - Terminal Gancho Hosmer para uma prótese de braço.	24
<b>Figura 5</b> - Geneva Emotion Wheel (GEW).	55
<b>Figura 6</b> - Principais fases do DCU.	64
<b>Figura 7</b> - As três fases do apelo de um Produto segundo Norman.	65
<b>Figura 8</b> - Representação da malha triangular de um ficheiro .STL.	82
<b>Figura 9</b> - Esquema de uma impressora 3D por FDM.	83
<b>Figura 10</b> - Capacete de Ciclista impresso em PolyJet.	84
<b>Figuras 11, 12 &amp; 13</b> - Primeiros Esboços, prótese para pesca e mecanismos para terminais.	91
<b>Figuras 14, 15 &amp; 16</b> - Esboços de várias formas de prótese e de proporção entre Prótese - Amputado.	92
<b>Figura 17</b> - Relação Prótese com Corpo Humano.	93
<b>Figura 18</b> - Terminal Pinça.	93
<b>Figura 19</b> - Várias formas de Antebraço e Terminal.	94
<b>Figura 20</b> - Esboço Final da Prótese.	94
<b>Figura 21</b> - Componentes que integram a prótese.	95
<b>Figura 22</b> - Utilização do velcro no Apoio de Braço como forma de prender a prótese ao Braço.	95
<b>Figura 23</b> - Perspectiva Explodida dos componentes da prótese.	96
<b>Figura 24</b> - Pormenor do botão no interior do Antebraço.	98
<b>Figura 25</b> - Ilustração da remoção do Pylon Interior do Pylon e Antebraço.	98
<b>Figura 26</b> - Terminal Pinça; Fonte: Investigador (2016).	99
<b>Figura 28</b> - Ilustração da prótese em funcionamento; Fonte: Investigador (2016).	99
<b>Figura 27</b> - Terminal alcance de Abertura; Fonte: Investigador (2016).	99
<b>Figura 29, 30, 31, 32 &amp; 33</b> - Renders da Prótese com vários acabamentos e cores.	100
<b>Figuras 34, 35 &amp; 36</b> - Renders da Prótese vestida num manequim.	101
<b>Figuras 37, 38, 39 &amp; 40</b> - Fotografias da impressão 3D por FDM da prótese desenvolvida.	103
<b>Figura 41</b> - Prótese A - Prótese para Antebraço.	109
<b>Figura 42</b> - Prótese B - Prótese para Antebraço - Terminal Gancho.	109
<b>Figura 43</b> - Prótese C - Prótese para Antebraço - AxonHook.	109
<b>Figura 44</b> - Primeira página do Questionário.	112

<b>Figura 45</b> - Sexta página do Questionário.	113
<b>Figura 46</b> - Perspectiva Explodida dos componentes da prótese.	132
<b>Figuras 47, 48 &amp; 49</b> - Renders finais da prótese.	135
<b>Figuras 50, 51, 52 &amp; 53</b> - Renders finais da prótese com diferentes Antebraços.	136
<b>Figuras 54, 55, 56 &amp; 57</b> - Renders da prótese no manequim.	225
<b>Figuras 58, 59, 60 &amp; 61</b> - Renders da prótese com vários acabamentos e cores.	227

---

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Industrias por customização.	75
<b>Tabela 2</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos na prótese A.	114
<b>Tabela 3</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos na prótese B.	115
<b>Tabela 4</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos na prótese C.	116
<b>Tabela 5</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários ABC.	117
<b>Tabela 6</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários BCA.	118
<b>Tabela 7</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários CAB.	119
<b>Tabela 8</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários.	122
<b>Tabela 9</b> - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários feitos aos amputados	125
<b>Tabela 10</b> - Tabela dos resultados obtidos na prótese A na ordem ABC.	171
<b>Tabela 11</b> - Tabela dos resultados obtidos na prótese B na ordem ABC.	171
<b>Tabela 12</b> - Tabela dos resultados obtidos na prótese C na ordem ABC.	172
<b>Tabela 13</b> - Tabela resultados obtidos na prótese A na ordem BCA.	172
<b>Tabela 14</b> - Tabela resultados obtidos na prótese B na ordem BCA.	173
<b>Tabela 15</b> - Tabela resultados obtidos na prótese C na ordem BCA.	173
<b>Tabela 16</b> - Tabela resultados obtidos na prótese A na ordem CAB.	174
<b>Tabela 17</b> - Tabela resultados obtidos na prótese B na ordem CAB.	174
<b>Tabela 18</b> - Tabela resultados obtidos na prótese C na ordem CAB.	175





---

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

### 1.1 - ENQUADRAMENTO

O trabalho apresentado nesta investigação parte da tomada de consciência da oportunidade de explorar uma nova abordagem ao equipamento protético actual, nomeadamente uma prótese transradial, de forma a criar um sistema de próteses que possa ser impresso em 3D.

Existem em todo o mundo pessoas com deficiência motora, com a qual não conseguem viver uma vida normal, a falta de membros como pernas ou braços impossibilitam a autonomia de tarefas do dia a dia.

Com a evolução da tecnologia tem sido possível a criação de componentes cada vez mais pequenos, permitindo a criação de próteses mecânicas e biónicas, que podem ser controladas através do sistema nervoso. No entanto, o custo destas próteses consegue atingir valores que até as pessoas com mais posses podem não ter acesso.

É possível através de tecnologias de prototipagem, a criação de sistemas de próteses que podem ser utilizadas esteticamente e funcionalmente como produtos finais.

O uso destas tecnologias podem beneficiar os utilizadores de próteses, através da customização e criação de componentes por medida para cada utilizador irá permitir a estes um maior conforto e confiança na utilização das próteses.

Pretende-se a criação de um produto modular, versátil, possível de ser personalizado, feito à medida e produzido em máquinas de impressão 3D.

O objectivo deste projecto pretende a inovação e o enriquecimento das áreas do design e saúde, com a ajuda da ergonomia, usabilidade, design centrado no utilizador, emotion design, customização e prototipagem, para sustentar e auxiliar o exercício projectual de forma a desenvolver um produto que consiga corresponder às necessidades dos utilizadores.

O facto de não existirem trabalhos sobre próteses que sejam prototipadas que juntem todas estas áreas de conhecimento contribui para uma maior motivação no desenvolvimento desta investigação.

## 1.2 - QUESTÕES DA INVESTIGAÇÃO

Quais os contributos do design na concepção de equipamentos protéticos?

Pode um produto de uso pessoal ser adaptável, ajustável e personalizável a outros utilizadores?

Pode uma prótese, ser desenvolvida com os princípios e metodologias do design?

**PROPOSTA DE PROJECTO:** Propõe-se a criação de um sistema de próteses que funcione através de extensões e módulos, proporcionando ao utilizador uma maior personalização da sua prótese nos vários componentes, através de forma, cor, padrões, texturas, e a avaliação as reacções emocionais que o modelo de prótese desenvolvido, provoca na sociedade.



### **1.3 - OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO**

#### **OBJECTIVOS GERAIS**

Compreender, criar um sistema de próteses através de extensões e módulos e avaliar as reações emocionais que o modelo de prótese desenvolvido, provoca na sociedade.

#### **OBJECTIVOS ESPECÍFICOS**

A partir do objectivo geral, definiram-se vários objectivos específicos:

Criação de uma ponte entre o Design e a Ortoprotesia, e entre outras áreas envolventes como a Ergonomia e o Design Centrado no Utilizador.

Exploração tecnológica e digital, softwares de modelação tridimensional, prototipagem e impressão tridimensional como meio de criação de produtos finais e económicos face às soluções existentes no mercado.

Estudar a relação do objecto com o utilizador através de protótipos digitais e por protótipos físicos via prototipagem 3D.

Desenvolvimento de uma prótese permitindo uma maior personalização e desempenho de várias tarefas, reabilitando o maior número de pessoas possível.

Avaliar as reações emocionais do modelo de prótese desenvolvido com outras de forma a compreender as reações que provocam na sociedade.



#### 1.4 - DESENHO DA INVESTIGAÇÃO

O desenvolvimento da investigação recorreu a uma metodologia de natureza mista de base qualitativa, envolvendo métodos intervencionistas e não intervencionistas.

Procedem-se ao desenvolvimento da crítica de literatura, através da divisão em diferentes fases sequenciais. Sendo assim, serão investigados tópicos mais relevantes ao tema desta investigação sem descurar temas menos significativos mas com similar importância.

Os temas abordados envolveram temáticas como o a Amputação, Próteses, Ergonomia, User Experience e Emotional Design. Sendo assim, estes tópicos foram mencionados e estudados como áreas disciplinares fulcrais para a sustentação e desenvolvimento da parte prática desta dissertação.

No segundo momento metodológico, foram adoptados métodos não intervencionistas de forma a fundamentar as opções tomadas. Foi materializado através de prototipagem rápida o conceito de prótese transradial resultante da primeira fase de desenvolvimento.

Recorreu-se a inquéritos emocionais a amputados e não amputados. Estes questionários permitiram compreender a realidade contextualizada, sendo fundamental para a criação de soluções no segundo momento de desenvolvimento do modelo proposto para a investigação.

Após o desenvolvimento, retiraram-se as conclusões finais, evidenciando o contributo para o conhecimento, indicando também recomendações para futuras investigações e as principais dificuldades encontradas no decorrer de toda a investigação.

## Design de Produto

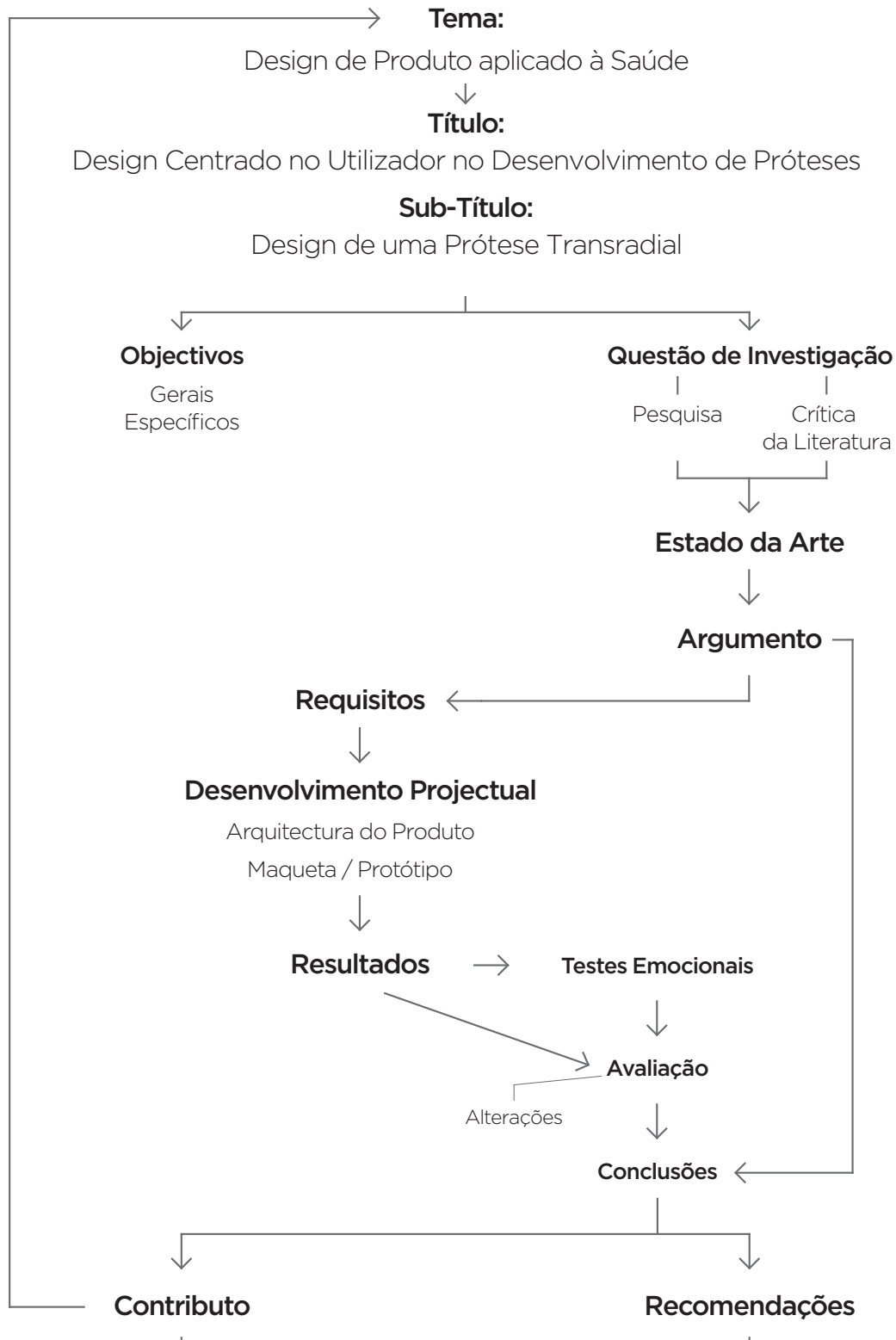


Fig. 1 - Organograma; Fonte: Investigador (2016)



## 1.5 - BENEFÍCIOS

De um modo geral, a investigação visa beneficiar a comunidade científica da área em estudo para a importância do design centrado no utilizador nos projectos de design de produto, aprofundando estudos no tema da relação do objecto com os utilizadores.

Espera-se ainda que esta investigação possa ser utilizada para futuras investigações dentro das mesmas áreas, assim como, beneficiar investigadores e designers ao nível profissional, académico e pessoal, estimulando o seu interesse pela área de estudo.

Paralelamente, esta investigação beneficia o candidato a nível pessoal, contribuindo com o enriquecimento de conhecimentos teóricos e práticas científicas que serão retidas, contribuindo para um crescimento ao nível de metodologias de trabalho que este poderá transportar para a sua vida pessoal e profissional, possibilitando ainda a obtenção do grau de Mestre em Design de Produto.

Por fim, a investigação visa beneficiar um grupo nicho da população, os amputados, oferecendo-lhes soluções sobre próteses de forma a criar novas ofertas no mercado mais económicas.



---

## **CAPÍTULO 2: ESTADO DE ARTE**

### **2.1: AMPUTAÇÃO**

#### **INTRODUÇÃO**

A amputação é o ponto de partida deste capítulo, onde se propõe que seja analisada, de forma a concluir a sua origem, causa, a forma de conseguir prevenir e calcular a quantidade de amputados que existem a nível mundial. Cria-se assim a origem do problema que dá início a este trabalho.

#### **2.1.1 - AMPUTAÇÃO**

A sensação da falta de um membro pode ser esmagadora. A amputação resulta na desfiguração física e pode levar a uma imagem negativa do próprio corpo e a perda da aceitação social. Em adição a mobilidade poderá alterada, o que por sua vez afecta a independência e as condições de vida de uma pessoa (Jacobsen, 1998).

A amputação é um dos problemas mais antigos da humanidade. Os restos de um esqueleto de um homem Neanderthal foram encontrados numa caverna no Iraque por cientistas em 1957 e testemunharam uma amputação com quarenta e cinco mil anos (Furman, 1963).

Segundo Krol (1985), a deficiência é definida pela perda ou anormalidade de funções psicológicas ou fisiológicas.

A incapacidade é uma restrição, ou falta de habilidade, proveniente de uma deficiência. Incapacidade de efectuar uma actividade na sua forma ou dentro do alcance das pessoas não

incapacitadas. Dentro das pessoas incapacitadas podemos dar exemplo de pessoas com problemas de comunicação devido à perda de audição ou problemas de mobilidade devido à rigidez das articulações. A incapacidade, dentro do contexto das amputações, é vista como uma desvantagem de um indivíduo, que o impede ou limita a vida dessa pessoa comparada com a de uma não incapacitada (Kailes, 1985).

Desde muito cedo na história o homem criou substitutos para os membros que perdesse em batalha ou por acidente. No entanto, na história moderna, pessoas amputadas civis ultrapassam em muito as pessoas amputadas em batalha. Estima-se que os Estados Unidos possuam meio milhão de civis amputados contrastando com quarenta mil veteranos amputados resultantes de todas as guerras (Furman, 1963).

O ajuste emocional à perda do membro e a diminuição da independência complicam as fases pós-operatórias e de reabilitação. Maior parte das pessoas amputadas não conseguem continuar com o seu estilo de vida pré-amputação (Jacobsen, 1998).

No que toca aos tipos de amputados, é necessária a criação de grupos tipo, pois ao conhecer o tipo de amputado, são criadas condições para a orientação do mesmo, facilitando todo o processo de reabilitação (Fouché, 1984).

A cadeira de rodas surge como um elemento semelhante à prótese pois serve um público restrito e de nicho dependente desse elemento para o seu bem estar. Semelhante aos utilizadores de próteses, a cadeira de rodas é um elemento espolizador de diferenças, permeável a diferenças culturais e a

todas as que permitem qualificar uma sociedade ou o indivíduo. Para além de ser um objecto, faz também parte do quotidiano de quem a usa (Costa, 2012).

É necessária a criação de estatísticas, para que se possa facilmente computar a frequência de amputados por idades e sexos, níveis de amputação e as razões que as provocaram. Através destas estatísticas será possível apreciar a extensão e gravidade do problema, assim sendo será possível montar-se serviços de recuperação ao ter-se conhecimento das causas mais frequentes de amputações e até adoptar medidas preventivas de forma a evitá-las. Só assim se pode começar a resolver satisfatoriamente o problema dos amputados (Carvalho, 1958).

Segundo estatísticas existentes, o número de amputados nos países ocidentais, oscila entre 0,5 a 1,25% da população, e para não se culpar as guerras como uma das causas predominantes das mutilações, durante a II Guerra Mundial os Estados Unidos tiveram cerca de 20.000 amputações entre os combatentes, enquanto que 120.000 civis, durante o mesmo período, sofreram de amputações por doença ou acidente (Carvalho, 1958).

Em 1998, Jacobsen não consegue precisar dados relativos ao número de amputados nos Estados Unidos, apesar das suas estimativas rondarem entre os quarenta mil e os trezentos mil anualmente. A amputação nos membros inferiores, nomeadamente abaixo do joelho, são as mais praticadas em comparação com outras amputações (Jacobsen, 1998).

### 2.1.2 - PRINCIPAIS CAUSAS DE AMPUTAÇÃO

Nos Estados Unidos estima-se que em 2005 existissem 1.6 milhões de amputados. São executadas aproximadamente cento e oitenta e cinco mil amputações em cada ano e assume-se que até ao ano 2050 este número duplique. A principal causa de amputação nos Estados Unidos com 54% são as doenças vasculares (O'Neill, 2014).

Uma amputação deverá ser considerada como um último recurso, e como tal, maduramente ponderada. Pois um amputado de membro inferior com uma prótese bem adaptada poderá viver de forma quase normal, enquanto um amputado de um membro superior, por melhor que seja a prótese, será sempre um fraco substituto do membro perdido (Borges, 1967).

As amputações resultantes de incidências traumáticas ronda os 44% nos Estados Unidos. Estas amputações vem de uma vasta variedade de pessoas e locais. Os acidentes industriais e acidentes de viação são as principais causas das amputações traumáticas com uma percentagem de 65% (O'Neill, 2014).

Borges em 1967 enuncia as seguintes principais causas das amputação:

- 1- Grandes lesões traumáticas dos membros;
- 2- infecções;
- 3- Lesões térmicas;
- 4- tumores;
- 5- anomalias congénitas.

**1 - Grandes lesões traumáticas dos membros:** Apenas uma grande lesão traumática implicará a indicação de uma amputação aquando a destruição da circulação do sangue na extremidade traumatizada ou aquando uma destruição tal que não haja esperança de reconstrução do membro lesado de forma a existir um aproveitamento funcional útil.

**2 - Infecções:** Podem existir dois tipos de infecções que levam à execução de uma amputação. A primeira sob forma aguda, com rápida ascensão ao longo do membro, invadindo o organismo e pondo em perigo a vida do doente. A segunda aparenta como uma infecção crónica nas extremidades, produzindo substâncias tóxicas originando septicemia.

**3 - Lesões térmicas:** No caso de queimaduras, dependerá da extensão dos tecidos destruídos, o que pode impossibilitar a recuperação do membro queimado ao seu valor funcional. Neste caso a amputação só terá lugar depois de serem empregues todos os esforços na recuperação. É da opinião de alguns especialistas que por vezes mais vale um mau membro do que uma boa prótese.

**4 - Tumores:** Os tumores colocam diferentes indicações operatórias de amputação, conforme sejam benignos ou malignos. A amputação só deverá ser executada caso haja perda de função acompanhada por dores, ou no caso de um tumor maligno, a amputação acontece como forma de evitar a disseminação da malignidade.

**5 - Anomalias congênitas:** As amputações neste exemplo acontecem devidas a uma interrupção no período de gestação, os cotos são geralmente irregulares e mal constituídos. A intervenção operatória acontece de forma a permitir uma amputação destinada a substituir o membro mal formado por uma prótese.

Em termos de doenças que levam à amputação de membros destacam-se os tumores, deformidades vasculares, problemas neurogenéticos ou mesmo doenças como a varicela (Yigiter et al., 2005).

Os níveis ideais de amputação para membros superiores, são realizadas 20 cm abaixo da extremidade superior da cabeça do úmero, pois todos os cotos resultantes concedem um bom aparelhamento. Já no antebraço, o nível ideal, localiza-se 18 cm abaixo do cotovelo, medidos a partir do olecrâneo (Kessler, 1952).



Rohan (1985), diz que maior parte das lesões não fatais na América do Norte ocorrem em casa e em ambientes domésticos. As principais causas são:

- 1 - várias tarefas manuais ou mecânicas relacionadas com a gestão de uma casa.
- 2 - tarefas domésticas.
- 3 - cuidar de pessoas, bens, roupa, móveis e carpetes.
- 4 - limpeza da casa.
- 5 - manuseio de combustíveis e produtos tóxicos.
- 6 - utilização da cozinha.
- 7 - compras e entrega de comida, e
- 8 - viagens para e do trabalho

## **SUMÁRIO**

Neste capítulo conheceu-se as origens e causas que podem provocar amputações nas pessoas. Conclui-se que é difícil calcular um número exacto de amputados em cada país muito menos a nível mundial, a amputação poderá surgir na vida de qualquer pessoa, logo poderá acontecer um grande número de amputações por dia, chegando a números elevados por ano.

Cada país deverá ser capaz de conseguir calcular e conhecer o número exacto de amputados de forma a estes poderem fazer parte das estatísticas, tornando assim possível o calculo da dimensão do problema a nível global.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, J.M. da P., 1967. Alguns dos aspectos mais importantes dos amputados.

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados.

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Fouché, S., 1984. La Psychologie de L'Inferme.

Furman, B., 1963. Progress in Prosthetics. Prosthetics Research Board, 59, pp.1632-3.

Jacobsen, J.M., 1998. Nursing's role with amputee support groups. Journal of vascular nursing : official publication of the Society for Peripheral Vascular Nursing, 16(2), pp.31-34.

Kailes, J.I., 1985. Watch Your Language, Please! Journal of Rehabilitation, pp.51, 68-69.

Kessler, H., 1952. Rehabilitation of the amputee. Journal of the American Medical Association, 148(6), pp.436-438.

Kroll, J., 1985. Disability prevention and rehabilitation. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, pp.648-652.

O'Neill, C., 2014. An advanced, low cost prosthetic arm. Sensors, 2014 IEEE, pp.494-498.

Rohan, P., 1985. Accident Facts. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, pp.28-30.

Yigiter, K. et al., 2005. Demography and function of children with limb loss. Prosthetics and orthotics international, 29(2), pp.131-8.



---

## 2.2: PRÓTESES

### INTRODUÇÃO

Depois das considerações sobre os amputados, é necessário agora estudar a solução que lhes é proposta, a prótese. Neste capítulo será abordada a história e explicação da prótese enquanto objecto do quotidiano e o processo de reabilitação como uma ponte física e psicológica entre utilizador e objecto.

#### 2.2.1 - PRÓTESES

Uma prótese é um componente artificial que deve auxiliar um utilizador amputado nas suas necessidades e tarefas, eliminando as barreiras criadas pela sua amputação. Nos dias de hoje marca-se um período único na história, no qual a ciência moderna, os avanços tecnológicos e a melhoria nos materiais podem ser acoplados de forma a revolucionar o cuidado a ter com pessoas que sofreram amputações (Pasquina et al., 2006).

O conhecimento existente sobre o uso de próteses anteriores ao século XVI é escasso até à data devido às provas históricas e arqueológicas serem mínimas. Enquanto os exemplos dos dispositivos de próteses descobertos até à data eram feitos de materiais como o ferro ou bronze, isto poderá ser um sinal de um pré-requisito das altas classes sociais. Enquanto as pessoas de classes inferiores utilizariam materiais orgânicos que podem não ter sobrevivido até aos dias de hoje (Binder et al., 2016).

Existem provas do uso de próteses que nos levam ao antigo Egito. Estas eram desenvolvidas na procura de função, aparência e numa procura psico-espiritual da pessoa se sentir um todo. Em algumas culturas a amputação era mais temida que a morte (Thurston, 2007).

Com o desenvolvimento da pólvora e a sua aplicação em armas de fogo, estas vieram causar um aumento no número de casos de amputação. No século XVI Ambroise Pare (1510-1590), reintroduziu novos métodos para o tratamento da amputações e criava próteses quer para membros superiores quer para membros inferiores (Vanderwerker Jr. e Vanderwerker, 1976).

Abadie (1952) fala-nos de uma época em que os cavaleiros procuravam pelos melhores serralheiros ou carpinteiros, que pudessem criar um aparelho complexo, que lhes permitisse substituir o membro perdido e pudessem voltar a participar em combates, para que pudessem empunhar a espada de forma a dar estocadas e pranchadas.

Estas próteses eram desenvolvidas principalmente para as batalhas de forma a esconder as deformações, vistas como sinais de fraqueza e eram aparelhos imperfeitos criados dos materiais que estivessem disponíveis no momento como a madeira, ligas metálicas e couro (Thurston, 2007).

Foi então que nesta época, os percursores dos ortopedistas-construtores, começam por construir as mãos e braços perdidos, recriando os movimentos essenciais e tentando ao máximo reproduzir a sua forma. Estas próteses funcionavam através de uma série de engenhosas combinações de peças que permitiam a extensão e flexão dos dedos (Carvalho 1958).



Fig. 2 - Prótese do dedo do pé de uma múmia egípcia, Século XV A.C; Fonte: (Thurston, 2007)

No que toca aos membros inferiores, na idade do ferro, é construído o pilão ou *pylon*, que era composto de um tronco de árvore terminado por um círculo metálico que servia de apoio, sistema que poucas evoluções sofreu até aos dias de hoje. As descobertas de novos materiais cujas características de resistência e peso acabam por fornecer novas possibilidades para a criação de próteses (Carvalho, 1958).

As ideias mecânicas de uma prótese devem ser realizadas não só para concederem ao mutilado um maior aproveitamento das suas possibilidades físicas mas também para permitir uma maior facilidade construtiva e de manutenção, baixando o custo e a propensão a avarias (Carvalho, 1958).

Com os avanços no que toca aos métodos construtivos dos aparelhos, a parte estética volta a ter maior importância, desempenhando um papel sobejamente importante na recuperação (Carvalho, 1958).

Os materiais mais utilizados na construção de próteses passavam pela utilização da madeira, o metal, o contraplacado, o aço, o cabedal, o couro, a borracha, e através da utilização do plástico e da manipulação que este material permite, passou-se a utilizar na execução de mãos artificiais onde as preocupações estéticas foram tidas em consideração, assemelhando o aspecto e cor da mão artificial à mão conservada do mutilado (Carvalho, 1958).

As próteses para membros superiores podem-se dividir em três grupos, trabalhos manuais pesados, trabalhos leves, e fins estéticos. Existem no mercado inúmeras peças para adaptar às próteses, permitindo ao aparelho a utilização de utensílios específicos, como talheres, máquinas de barbear, etc. Em casos especiais podem ser criadas certas peças para as necessidades do trabalho do amputado (Carvalho, 1958).

A prescrição de uma prótese para um amputado de uma extremidade superior deverá ser feita de forma a ajudar cada paciente nos seus objectivos funcionais. Cada prescrição deve incluir um dispositivo terminal, punho, socket, sistema de suspensão, e se necessário um mecanismo de ombro e ou cotovelo. O dispositivo terminal - A mão humana proporciona duas funções primárias: preensão - apertar algo, e sensação táctil - toque, temperatura, sensação de posição. Os dispositivos actuais são agrupados por mãos e ganchos. O gancho não sendo um objecto cosmético, proporciona ao utilizador funções de apreensão customizadas, especialmente para tarefas vocacionadas. Unidades de pulso permitem a rotação e flexão do pulso, de forma a aumentar função. A osseointegração envolve a ligação directa ao esqueleto entre a prótese e o osso. Nos dias de hoje é utilizada maioritariamente na integração de titânio ao osso em implantes dentários (Pasquina et al., 2006).

Durante a investigação de O'Neill, este prova que é possível projectar e fabricar uma prótese de baixo custo que possa oferecer um alcance razoável de movimentos e controlos a um amputado. No entanto, é preciso calibrar as funções de acordo as várias necessidades dos amputados e as suas diferentes estruturas musculares. Este dispositivo é fácil de fabricar, apenas necessitando de acesso a uma básica impressora 3D e a um pequeno número de ferramentas manuais (O'Neill, 2014).

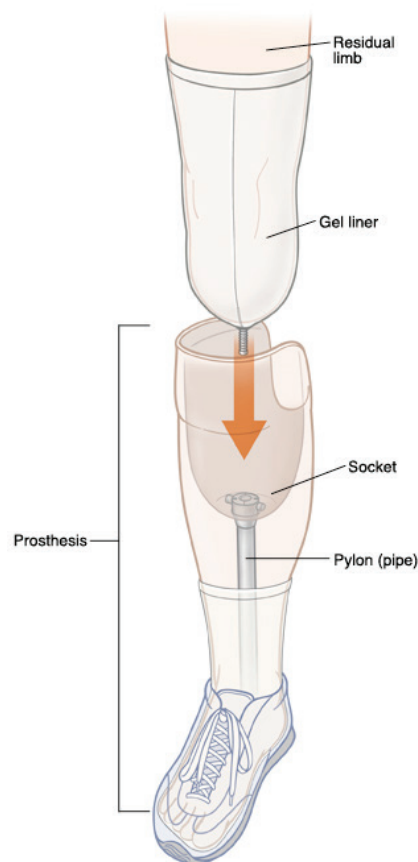


Fig. 3 - Esquema de componentes de uma prótese para amputações acima do joelho.

Fonte: <<http://andersonortho.ca/what-expect-prosthetics/>>



Fig. 4 - Terminal Gancho Hosmer para uma prótese de braço.

Fonte: <<http://amputeesupplies.com/products/5x-prosthetic-hook.html>>



As próteses estão altamente relacionadas com a necessidade e capacidade dos recursos disponíveis, particularmente com o estado da tecnologia existente. A pesquisa no futuro deverá focar-se no desenvolvimento de próteses mais confortáveis e funcionais (Biddiss et al., 2007).

Os recentes estudos sugerem que o aumento da especialização protética e consciencialização dos valores do paciente podem reduzir o número de rejeições por parte dos utilizadores (Lake, 2011).

Ao integrar os valores do paciente, estar-se-á a fazer um esforço consciente em colocar o paciente no centro do modelo de cuidados, desde o planeamento e implementação até ao serviço de entrega e acompanhamento (Lake, 2011).

### **2.2.2 - REABILITAÇÃO**

Segundo Krol (1985), a reabilitação tem como objectivo a redução do impacto das condições de incapacidade em indivíduos, permitindo a estes a reintegração social. Os métodos de reabilitação incluem:

- 1 - Exercício correctivo;
- 2 - Terapia ocupacional;
- 3 - Fisioterapia;
- 4 - Psicoterapia;
- 5 - Cirurgias reconstrutivas;
- 6 - Ajudas técnicas;
- 7 - Intervenção social.

A recuperação de um amputado começa no preciso momento em que é operado. Como tal é preciso apoio para que o amputado não seja dominado por inibições, falta de coragem e vencido pela ideia de que tudo pode estar perdido (Carvalho, 1958).

Para a reabilitação existem centros de recuperação, aos quais compete ensinar aos amputados, através de material e técnicos especializados, a dominar a prótese destinada a substituir o membro perdido, para além desse domínio, é também dado acompanhamento de forma a conseguirem uma adaptação nos campos psíquicos, funcionais e sociais. Através de um apoio delicado, os amputados sentirão e compreenderão que existe quem se preocupe com o seu futuro e dos seus, que serão feitos esforços para não ficarem condenados a uma vida de invalidez e de dependência. No entanto, não poderão contar apenas com essa ajuda alheia (Carvalho, 1958).

Os amputados apresentam de início, maiores dificuldades na recuperação, devido ao seu estado psicológico provocado pela ansiedade do futuro, quer a nível pessoal, quer profissional. A sensação do membro fantasma é uma sensação que atormenta cada amputado, no entanto se este aceitar os seus novos limites e a sua mutilação sofrida, terá mais facilidade em ultrapassar a dor. O tempo para tal tem uma duração variável, por vezes lenta, por vezes rápida (Carvalho, 1958).

A dor fantasma do membro ausente é menos provável em crianças do que adultos. No entanto, esta situação é mais provável em crianças amputadas do que em crianças com deficiências por motivos congénitos (Akpon, 2004).

O apoio concedido, fá-los-á compreender melhor a sua situação enquanto amputados. Apesar de tudo, o apoio alheio não será suficiente para a recuperação, serão precisas forças por vezes até então ocultas, de forma a conseguirem superar as suas dificuldades e tornarem-se pessoas válidas aos olhos da sociedade (Borges, 1967).

Um amputado condenado à imobilidade, pode ser dirigido e de forma satisfatória para uma gama de ocupações cuja execução não implique movimentos. O mesmo não acontece para os amputados dos membros superiores, onde a deslocação não está em causa, mas sim uma limitada escala de gestos, e como tal é necessária uma maior e persistente atenção na instrução, de forma a prepará-los a conhecer as suas limitações e possibilidades. Para os amputados dos membros inferiores, o andar com facilidade e de forma correcta, significa a reconquista. Já para os amputados dos membros superiores, é preciso um ensino específico que os leve a obter o perfeito uso da prótese destinada (Carvalho, 1958).

Sem a devida preparação e orientação funcional de como se deve usar uma prótese, o amputado sentir-se-á como uma criança a quem lhe é dada uma bicicleta ou uns patins sem a ensinarmos a servir-se deles. Através das suas habilidades e decisões inatas, conseguirão suprir por si próprias esse apoio técnico, no entanto, acabaram por culpar a prótese pelos seus insucessos pois não serão capazes de reconhecer as limitações da mesma, por vezes pondo-a de lado (Carvalho, 1958).

Durante a sua orientação, os amputados são levados a ocuparem-se de tarefas mentais ou artísticas que não exijam habilidades motoras, acabando por se desvalorizar e abandonar

uma vida de movimentos e destreza física. É necessária a investigação da conduta do amputado a recuperar, como as condições pessoais da sua vida, meio social. Só assim será possível avaliar-se a gravidade e influência que estas condições têm no futuro (Borges, 1967).

Um indivíduo deficiente qualificado é capaz de executar um trabalho específico com razoável adaptação às suas limitações físicas e mentais. O mesmo não se verifica apenas quando esta incapacidade não permite executar um determinado trabalho de uma forma que seja eficaz e seguro para o trabalhador e para os que o rodeiam (Mital e Karwowski, 1988).

As expectativas mudam consoante as idades dos amputados. Os mais jovens querem saber se eles conseguem correr enquanto os mais velhos querem saber se vão conseguir sair de uma cadeira de rodas e atingir um bom nível de independência funcional (Murray, 1989).

Aqui entra a Ergonomia, que pode ajudar estes indivíduos incapacitados a ultrapassar as suas limitações. Através de análise e correspondência aos requisitos físicos e mentais de um trabalho, expressas em atributos como a frequência da tarefa e a duração, assim como as suas capacidades corporais, como força, alcance, psicomotora, assim como capacidades sensoriais (como a visão, escuta, fala toque) e capacidades cognitivas (coordenação motora), (Mital e Karwowski, 1988).

A essência da reabilitação tem como objectivo alcançar os objectivos funcionais da pessoa de forma a esta poder ter a sua independência e qualidade de vida. Cada pessoa tem um programa de reabilitação diferente e desenhado para as suas

necessidades individuais, incluindo psicológicas, emocionais e problemas sociais (Jacobsen, 1998).

As interrupções na reabilitação dos pacientes são comuns com uma percentagem a rondar os 30%. As causas mais frequentes para estas interrupções são problemas na cura do coto com uma percentagem de 18% dos casos e doenças médicas com dez por cento. Todos os pacientes possuem um elevado risco de interrupção. A maioria, 79% dos pacientes com interrupções voltam para completar a reabilitação (Meikle et al., 2002).

No caso das crianças deve-se disponibilizar uma prótese o mais cedo possível, de maneira a permitir a criança independentizar-se contudo, tem de se ter em consideração a escolha da criança usar ou não a prótese (Folkerts, 2001).

Qualquer criança que use uma prótese deve ser vista por um especialista de reabilitação a cada 4-6 meses de intervalo, para assim ser possível fazer os pequenos ajustes necessários ao crescimento da criança (British Society of Rehabilitation Medicine, 2003).

Contudo, nas crianças existem condições que levam a uma substituição imediata da prótese, tais como: mudança de peso, algum trauma no coto, ulcerações na pele, ou uma condição característica das crianças amputadas que resulta dos crescimento ósseo excessivo no terminal. Isto resulta num espigão derivado do crescimento dos ossos seccionados pela amputação, e normalmente, é necessário uma cirurgia de rectificação (Smith, 2006).

**SUMÁRIO**

Neste capítulo abordou-se o surgimento das próteses e o seu contexto nas várias classes sociais. Denota-se também que com a evolução da tecnologia as próteses mais avançadas continuam apenas a ser vocacionadas para uma classe social privilegiada.

Ao longo do capítulo foram ainda abordados diversos conceitos no que toca à reabilitação dos pacientes para que estes possam regressar à sua vida diária com o menor impacto possível causado pela amputação.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadie, 1952. Historique de la Prothese.

Akpon, S.D., 2004. Pediatric Limb Deficiencies. The Children's Hospital, Denver.

Biddiss, E. & Chau, T., 2007. Upper-Limb Prosthetics. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 86(12), pp.977-987.

Binder, M. et al., 2016. Prosthetics in antiquity-An early medieval wearer of a foot prosthesis (6th century AD) from Hemmaberg/Austria. International Journal of Paleopathology, 12, pp.29-40.

Borges, J.M. da P., 1967. Alguns dos aspectos mais importantes dos amputados.

British Society of Rehabilitation Medicine, 2003. Amputee and Prosthetic Rehabilitation – Standards and Guidelines, 2nd Edition; Report of the Working Party (Chair: Hanspal, RS),

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados,

Folkerts, M., 2001. Wearing a Prosthesis a Parents Perspective.

Jacobsen, J.M., 1998. Nursing's role with amputee support groups. Journal of vascular nursing : official publication of the Society for Peripheral Vascular Nursing, 16(2), pp.31-34.

Kroll, J., 1985. Disability prevention and rehabilitation. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, pp.648-652.

Lake, C., 2011. Upper-Limb Prosthetics : Using Evidence-Based Practice to Enhance Patient Care Experiences. The Academy TODAY, pp.4-7.

Meikle, B., Devlin, M. & Garfinkel, S., 2002. Interruptions to amputee rehabilitation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 83(9), pp.1222-1228.

Mital, A. & Karwowski, W., 1988. Ergonomics in Rehabilitation,

Murray, D., 1989. Problems in prosthetics. Canadian family physician Medecin de famille canadien, 35, pp.309-312.

O'Neill, C., 2014. An advanced, low cost prosthetic arm. Sensors, 2014 IEEE, pp.494-498.

Pasquina, P.F. et al., 2006. Advances in amputee care. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 87(3 SUPPL.), pp.34-43.

Smith, D.G., 2006. Notes from the medical director. Congenital limb deficiencies and acquired amputations in childhood, part 3: prosthetic issues for children. InMotion, 16(3), p.56-61 5p.

Thurston, A.J., 2007. Paré and Prosthetics: the Early History of Artificial Limbs. ANZ Journal of Surgery, 77(12), pp.1114-1119.

Vanderwerker Jr., E.E. & Vanderwerker, E.E., 1976. A Brief Review of the History of Amputations and Prostheses. The Association of Children's Prosthetic-Orthotic Clinics: Inter-Clinic Information Bulletin, 15(5), pp.15-16.



---

## 2.3: ERGONOMIA

### INTRODUÇÃO

Após a classificação da prótese quanto às suas origens, principais características e o estudo da reabilitação, chega a vez de fazer uma aproximação a outros parâmetros mais técnicos como a ergonomia e a antropometria, que nos vão dar guias de como estabelecer uma melhor ligação entre todas as áreas até aqui retratadas com o utilizador e o objecto.

#### 2.3.1 - ERGONOMIA

Ergonomia tem sido uma área utilizada em anúncios de automóveis, computadores, cadeiras e outros objectos de grande consumo. A utilização da característica “ergonómica” tem sido aplicada para relacionar com produtos de fácil utilização ou de adequação ao corpo humano. A ergonomia tem como objectivo otimizar a qualidade das interações que possam existir entre o homem e um determinado sistema, através das suas necessidades, características, capacidades, competências, limitações e exigências das tarefas (Rebelo, 2004).

A intervenção ergonómica desenvolve-se em variados contextos, como: doméstico, industrial, hospitalar, escolar, transportes ou meio urbano. E existem aspectos que devem ser tidos em conta para a estrutura da sua intervenção. O homem, através das suas características físicas, cognitivas, sociais, a influência do sexo, idade, competências. O envolvimento físico, características das máquinas, equipamentos, ferramentas, mobiliário.(Rebelo, 2004).

Cada designer ao projectar deve pensar nas, capacidades, limitações, necessidades, motivações e expectativas dos utilizadores. Deve manter-se informado e actualizado através dos vários meios informativos disponíveis ao seu alcance e ao ter contacto com especialistas das áreas de estudo em que estiver a trabalhar.

*“(...) A etimologia da palavra ergonomia, “ergonomia”, verificamos que ela deriva do grego “ergon”, que significa Trabalho, e “nomos”, Leis. Neste sentido, o objecto de estudo da Ergonomia é a análise da actividade humana de modo a compreendermos as interacções que se manifestam entre o Homem e o seu envolvimento existencial. (...) A qualidade com que estas interacções se desenvolvem, está dependente da adequação que possa existir entre o Homem, que possui determinadas necessidades, características, capacidades, competências e limitações, e as exigências das tarefas que este tem que realizar para utilizar um produto num determinado sistema.”*

*(Rebelo, 2004, pp. 15-16)*

A ergonomia, aliada à reabilitação, auxilia no reconhecimento das limitações funcionais das pessoas incapacitadas, projecta o ambiente externo à volta destas limitações. O objectivo é principalmente a redução das potenciais perdas de produtividade e de salários devido à incapacidade de trabalhadores deficientes.(Mital and Karwowski, 1988).

No passado a ergonomia era dirigida pela tecnologia, a ergonomia no futuro deverá ditar a tecnologia. Enquanto a tecnologia é um produto e um processo que envolve a ciência e a engenharia, a ciência tem como objectivo compreender o porquê e o como da natureza através de processos onde é gerado conhecimento sobre o mundo natural. Na saúde, o

aumento das contribuições dos factores humanos e ergonómicos para os sistemas médicos, melhoraram a eficácia e a qualidade de vida das pessoas que estão funcionalmente debilitadas (Ziefle, 2005).

Um dos problemas fundamentais envolvidos na concepção, é que tipicamente existem múltiplos requisitos de compatibilidade humano-funcionais de um sistema que devem ser satisfeitos ao mesmo tempo. Numa perspectiva a ergonomia para o design pode ser definida em geral, como o mapeamento das capacidades humanas e as suas limitações face o sistema (Ziefle, 2005).

Para fornecer um cuidado seguro e de qualidade aos pacientes, a indústria da saúde requer dispositivos que sejam bem desenhados e clinicamente eficazes. O design destes dispositivos deverá ter em conta o ambiente em que estes são necessários para actuar e devem suportar os padrões de trabalho dos profissionais que os vão utilizar e os estilos de vida dos pacientes (Martin et al., 2008).

A produção de um dispositivo médico que pode realmente ser considerado para satisfazer os requisitos de um utilizador requer atenção em inúmeros factores diversificados. Os dispositivos devem ser projectados de acordo com os padrões de funcionamento dos utilizadores e se estes podem ser utilizados de forma eficientemente. As necessidades dos múltiplos tipos de utilizadores devem ser tidas em conta e recolhidas durante o processo de design (Martin et al., 2008).

É reconhecido dentro da ergonomia a utilidade de áreas fortes projectuais como a usabilidade e ergonomia industriais (Shih et al., 2006).

Apesar do sucesso da ergonomia em várias áreas, porque é que esta ainda tem que fazer uma grande contribuição na área da saúde? A aplicação bem sucedida ou a adopção de medidas ergonómicas exige um compromisso e participação a todos os níveis de uma organização de saúde. A formação de uma ergonomia ativa ou programa de design centrado no utilizador dentro de um hospital, centro de saúde ou clínica geral não é uma tarefa onerosa (Stone e McCloy, 2004).

### **2.3.2 - ANTROPOMETRIA**

A antropometria através da compilação de dados numéricos sobre as características do corpo humano, cria bases de dados que incluem dimensões lineares e variáveis dinâmicas, assim como, a sua aplicação no contexto do design ergonómico (Oliveira e Barreiros, 1995).

Pheasant (1988) classifica a Antropometria como a ciência humana que contribui para a Ergonomia através do seu conhecimento acerca das dimensões do corpo humano. Já a Ergonomia, possui dados, conceitos, princípios e metodologias que são necessárias para os processos de design (Oliveira e Barreiros, 1995).

A sua origem apesar de remontar à antiguidade dos Egípcios e dos Gregos, só em meados de 1940, ganha interesse devido à necessidade da produção em massa de produtos (Panero e Zelnik, 1979; Ilda, 1991).

Quando o Homem consegue operar e manter as máquinas por ele projectadas, é sinal que o projecto foi bem desenvolvido, pois tira vantagens das capacidades humanas, considera as limitações e amplifica os resultados do sistema. Caso tais objectivos não sejam conseguidos, o bom funcionamento do sistema é reduzido e o propósito além de não atingido pode-se tornar perigoso para o utilizador. É necessário o conhecimento das características físicas e socioculturais dos utilizadores face às ferramentas e equipamentos, pois estas são extensões do próprio Homem para executar o seu trabalho com a máxima eficácia e conforto. (Romelio e Añez, s.d.).

Quatro princípios emergem da Antropometria, com contributos directos para a Ergonomia: (Rebelo, 2004)

- 1 - O homem médio não existe, alguém que tenha altura média não tem os restantes segmentos na média.
- 2 - Apenas 1% da população tem quatro segmentos corporais na média.
- 3 - Não temos o mesmo percentil em todos os segmentos corporais, um indivíduo gordo (com grande profundidade abdominal) não tem todos os restantes segmentos corporais também grandes, por exemplo, pode ter um valor médio na estatura.
- 4 - Não se pode estabelecer uma relação entre a estatura e a maior parte dos segmentos corporais.

A antropometria pode-se dividir em duas vertentes, a Estática/Estrutural e a Dinâmica/Funcional. Na estática estudam-se as dimensões lineares (alturas, comprimentos, perímetros e diâmetros) e o peso do corpo. Na dinâmica, consideram-se dados relativos à biomecânica humana, como amplitudes dos gestos, velocidade dos movimentos, forças musculares aplicadas. (Oliveira e Barreiros, 1995).

No ramo das ciências biológicas, a antropometria tem como finalidade o estudo dos caracteres mensuráveis da morfologia humana, através de mensuração sistemática e na análise quantitativa das variações dimensionais do corpo humano. Quanto ao levantamento de medidas em relação ao membro superior existem as seguintes a ser levantadas (Sobral, 1985).

Comprimento total do membro superior - Medido entre o acromiale e o dactylion, podendo em alguns casos não incluir o comprimento da mão; passando a corresponder à distância entre o acromiale e o stylium (Sobral, 1985).

Comprimento do braço - Distância entre o acromiale e o radiale.

Comprimento do antebraço - Distância entre o radiale e o stylium.

A ferramenta utilizada para a medição destas distâncias é um compasso de calibre de deslizamento. No caso da medição do antebraço, a pessoa sujeita à medição deverá flectir o braço em 90°, as medidas são levantadas ao 0.1 cm mais próximo (Lohman et al., 1988).

No caso da medição da circunferência do braço inteiro, as medidas são tiradas com os braços para baixo, ligeiramente

afastados do tronco, as medidas são levantadas usando uma fita em contacto com a pele sem fazer muita pressão, as medidas são levantadas ao 0.1 cm mais próximo (Lohman et al., 1988).

No que toca às amputações, o nível ideal de amputação do braço realiza-se a 20 cm abaixo da extremidade superior da cabeça do úmero. Já no antebraço o nível ideal localiza-se 18 cm abaixo do cotovelo, medidos a partir do topo do olecrâneo (Carvalho, 1958).

## **SUMÁRIO**

Com o estudo destas áreas é possível criar as primeiras questões projectuais para a elaboração de uma prótese, como por exemplo a ligação física entre o objecto e o utilizador e as formas de medir estes tamanhos.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados,

Ilda, Itiro. 1992. “Ergonomia projetos e produção”.

Lohman, T.G., Roche, A.F. & Martorell, R., 1988. Anthropometric Standardization Reference Manual,

M. Ziefle, E.J., 2005. the Discipline of Human Factors of Contemporary Hfe Discipline 5 Paradigms for Ergonomics Congruence Between Integration of the National.

Martin, J.L. et al., 2008. Medical device development: The challenge for ergonomics. Applied Ergonomics, 39(3), pp.271-283.

Mital, A. & Karwowski, W., 1988. Ergonomics in Rehabilitation,

Oliveira, A.C.G. & Barreiros, M.L. de V.B. de M., 1995. Antropometria e Design Ergonómico.

Panero, Julius, & Martin Zelnik. 1979. “Human Dimension & Interior Space”.

Rebelo, F. dos S., 2004. Ergonomia no Dia a Dia,

Romelio, Ciro, & Rodriguez Añez. n.d. “Antropometria Na Ergonomia,” 1-7.



Shih, B.-Y., Chen, C.-Y. & Chen, Z.-S., 2006. An Empirical Study of an Internet Marketing Strategy for Search Engine Optimization. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 16(1), pp.61-81.

Sobral, F., 1985. Curso de Antropometria,

Stone, R. & McCloy, R., 2004. Ergonomics in medicine and surgery. BMJ : British Medical Journal, 328(7448), pp.1115-1118.



---

## **2.4: USABILIDADE, UX E EMOTIONAL DESIGN**

### **INTRODUÇÃO**

Este capítulo vem complementar o conhecimento adquirido nos capítulos anteriores, ao retratar os temas da Usabilidade e User Experience, cria-se o ponto de partida para como deve uma prótese comportar-se a nível funcional, e como analisar as reacções emocionais dos utilizadores perante o objecto.

#### **2.4.1 - USABILIDADE**

A usabilidade compreende os aspectos de eficácia, eficiência e satisfação. No entanto, a relação entre estes três aspectos não é bem compreendida (Frøkjær et al., 2000).

A usabilidade trabalha com métodos para avaliar o uso eficaz, eficiente e satisfatório de um produto num determinado contexto de uso, ou seja, olha para os produtos em relação ao seu suporte de diferentes funções, cenários de uso, tarefas ou fluxos de trabalho (Wegge e Zimmermann, 2007).

Os primeiros trabalhos sobre usabilidade tinham como tendência o foco em sistemas baseados em computadores que foram usados num contexto de escritório / comercial (Jordan, 1998).

A usabilidade de um produto é considerada um dos mais importantes factores de compra. Assume-se que a usabilidade de um produto depende de como o seu interface é desenhado e da sua relação com o utilizador. Desde objectos que podem ser

vistos, ouvidos, sentidos ou operados, o interface torna-se um produto que por si só afecta a experiência do utilizador (Han et al., 2000)

O ISO 9241-11 mede a usabilidade em termos de performance e satisfação. Esta medição, é feita através do grau de objectivos de uso pretendidos, recursos gastos para esses objectivos assim como o nível de aceitação por de parte do utilizador. De acordo com o ISO 9241, sendo a eficiência um dos factores determinantes de usabilidade, esta é medida através da aplicação de questionários de forma a obter informação objectiva e através da medição de tempos na tarefa (Wechsung e Naumann, 2008)

Uma experiência positiva para o utilizador é por muitas vezes indicada através de métricas de usabilidade, embora esta seja apenas uma faceta de toda a experiência do utilizador. Têm sido desenvolvidas numerosas metodologias e métricas para avaliar a usabilidade, como o número de erros, tempo na tarefa, avaliações heurísticas, etc. (Agarwal e Meyer, 2009).

Para avaliar a usabilidade, os tipos de uso são geralmente definidos por diferentes contextos de uso. Estes contextos podem ser com base no tipo ou função do utilizador, ou a configuração específica (física, organizacional, etc.) a tarefa é realizada. A avaliação centra-se no apoio aos diferentes contextos de uso e ajuste com o modelo mental, mas também para a compatibilidade com a aprendizagem geral ou resolução de problemas estratégicos dos usuários (Wegge e Zimmermann, 2007)

Devem existir várias provas em que se possam testar os amputados, de forma a treiná-lo em várias tarefas, para se perceber se toda a reabilitação surtiu efeito ou não. No Walter Reed General Hospital, existem um número de provas que são propostas a amputados do membro superior. Entre as provas que têm de executar contam-se:

*Escrever com a mão esquerda;*  
*Escrever com a prótese;*  
*Jogar o “ping-pong” com a prótese;*  
*Marcar o número, responder e receber recados telefónicos;*  
*Meter moedas em caixas-mealheiros;*  
*Dobrar uma carta e metê-la num envelope;*  
*Abrir um envelope fechado e tirar a carta;*  
*Afiar um lápis;*  
*Abrir e fechar portas, janelas e fechos;*  
*Comer com garfo e faca;*  
*Agarrar chávenas e copos;*  
*Abotoar os sapatos;*  
*Pôr a gravata;*  
*Barbear-se e pentear-se;*  
*Acender um cigarro com fósforos ou acendedor;*  
*Abrir e fechar torneiras;*  
*Executar um trabalho em pele;*  
*Executar um trabalho em madeira;*  
*Executar um trabalho de tear, de corda ou de plástico;*  
*Jogar os dados e a malha;*  
*Limpar os sapatos;*  
*Limpar as unhas, servindo-se da escova;*  
*Calçar a luva da mão conservada;*  
*Coser um botão;*  
*Abrir garrafas com um saca-rolhas;*  
*Lavar e limpar pratos;*  
*Usar vassouras, pás e ferramentas de jardinagem;*  
*Transportar uma bandeja;*

Esta série de testes sujeita o indivíduo a perceber e avaliar a sua aptidão à sua readaptação ao desporto, tarefas do quotidiano, e sectores de trabalho. Cumpridas com aproveitamento todas as provas, considera-se o amputado como recuperado e apto para iniciar a aprendizagem profissional (Carvalho, 1958).

Os utilizadores têm experiências emocionais qualitativas ao usar um produto ou interface. Estas emoções podem não só estar no centro de como o utilizador avalia a experiência global do produto, mas também pode afetar a forma como um utilizador percebe a sua usabilidade. É provável a existência de uma relação complexa e interessante entre usabilidade e resposta emocional dos utilizadores. A percepção de usabilidade é frequentemente afectada pela emoção: um utilizador feliz pode julgar um produto mais útil do que um utilizador infeliz, mesmo quando se trata do mesmo produto (Agarwal e Meyer, 2009).

Conclui-se que os atributos da aparência de um produto derivam da aparência de um produto, assim como do packaging, fontes utilizadas ou logótipos. Os atributos da aparência deverão incluir harmonia, unidade, simetria, naturalidade e delicadeza (Blijlevens et al., 2009).

Atributos como a modernidade, simplicidade fornecem conhecimento sobre aquilo que o consumidor entende quando avalia a aparência de um produto opondo-se aos atributos por vezes descritos na literatura que são mais baseados em noções de estímulos artificiais e opiniões de especialistas (Blijlevens et al., 2009).

### 2.4.2 - User Experience

User Experience (UX) envolve o estudo do objectivo a realizar na tarefa de uma pessoa e as emoções subjectivas aquando a utilização do produto. Nas tarefas tratam-se os problemas de usabilidade quando os utilizadores interagem com um produto. Mede quão fácil pode ser a utilização de um produto, os seus erros de fabrico, conforto, etc. Nas emoções subjectivas é focado o estudo das respostas sentimentais e emocionais aquando a interação com o produto (Bordegoni et al., 2014).

**Atributos:** Eles incluem o objectivo e a medição de características como tamanho e cor.

**Características funcionais:** Estas podem estar relacionadas com os benefícios que o consumidor espera receber do produto.

**Efeitos emocionais:** Refere-se aos sentimentos evocados nos clientes aquando e depois da compra de um produto.

É importante que todas estas questões sejam consideradas ao projectar algo. Enquanto os atributos e características funcionais tem sido estudados durante anos, ao usar métodos estabelecidos, como renderização realista, simulações funcionais, estudos de usabilidade, etc., os aspectos emocionais tem apenas sido estudados recentemente e métodos apropriados estão ainda sob investigação. Design de UX inclui a definição da interação dos componentes, as suas formas, materiais, disposição e a definição do seu comportamento às acções dos utilizadores (Bordegoni et al., 2014).

UX envolve a interacção e prevenção da importância de pequenas diferentes experiências que podem ajudar na avaliação o mais cedo possível na concepção de um produto (Roto, 2007).

Reconhecer a importância de UX num ecossistema de produtos é um problema fundamental a ser examinado, a noção de ambiente assim como o UX em termos de simular e percepção (Zhou et al., 2011).

Um dos objectivos dos projectos de produto nos dias de hoje é a procura por uma boa experiência do utilizador. Apesar da experiência do utilizador ser vista por alguns investigadores como resultado do interface, muitos investigadores de UX argumentam que um bom UX deriva do valor e significado do conceito do produto, enquanto o Interface do Utilizador (UI) fornece formas de interacção com o produto (Roto et al., 2009).

A criação de um bom UX é feita enquanto se projecta o conceito de um produto, a compreensão das necessidades do utilizador e a avaliação dos conceitos são princípios que fazem parte da criação de um bom UX, estes podem também ser encontrados como princípios chave do Design Centrado no Utilizador (DCU). A mudança dá-se quando se começa a promover aspectos emocionais e experimentais de um produto, como a diversão, relaxamento, confiança (Roto et al., 2009).

De acordo com o Webster Dictionary, emoção é definida por: Uma reacção mental consciente (como raiva ou medo) subjectivamente experienciada como um forte sentimento normalmente dirigido a um objecto específico e tipicamente acompanhado por uma mudança psicológica e/ou comportamental no corpo). Os sentimentos emocionais perante



um produto estão correlacionados com a apreciação do produto e com os seus atributos (Bordegoni et al., 2014).

Roto et al. (2009) argumentam que a principal base sustentável de um bom UX está relacionada com a experiência que o utilizador obtem com o produto. Que o valor verdadeiro de um produto está relacionado com o resultado da interacção (o fim) e não a interacção em si (os meios para o fim).

É importante que os utilizadores gostem de um produto durante o seu uso diário, pois isso cria afeição à marca e ao produto em causa. Mas também no momento da compra, pois este afecta a decisão de comprar aquele produto em específico em vez de outro. Portanto, na fase de idealização de um novo produto, é crucial o teste de funcionalidade e desempenho, assim como a interacção e experiência dos utilizadores com os produtos especialmente quando se trata do design de objectos de consumo. (Bordegoni et al. 2014)

#### **2.4.2.1 - AVALIAÇÃO EM UX**

Roto et al. (2009) definiram quatro passos a tomar na avaliação de UX:

- *Compreender o que é um bom UX*
- *Definir métricas para UX*
- *Definir métodos para avaliar UX (contra as métricas)*
- *Integrar a avaliação de UX no processo de desenvolvimento do produto*

Como forma de investigar as emoções e relações afectivas dos utilizadores para com os produtos foram desenvolvidas ferramentas e instrumentos que se focam nessas áreas. Uma vez que está provada a correlação entre as reacções emocionais

positivas, a apreciação geral e afeição ao produto e serviço, cria-se o interesse na investigação e avaliação destas reacções emocionais dos utilizadores na interacção com o produto ou serviço (Bordegoni et al., 2014).

UX pode ser entendido de várias formas, desde a sua facilidade de uso à imersão do produto, desde o interface à atitude perante uma empresa. UX é um conceito subjectivo e holístico difícil de avaliar, é sobre prazer e valor, cada momento e cada utilizador terá uma experiência diferente, afectado pelo estado do utilizador e o seu contexto de uso (Roto et al., 2009).

Roto et al., (2009) dizem ainda que as métricas devem ser definidas consoante a experiência pretendida, diversão, confiança ou relaxamento. Estas devem ser definidas da perspectiva do produto em vez da perspectiva de cada indivíduo. Quanto mais específico for um produto, mais concretas deverão ser as métricas.

Estes testes apesar de úteis, apresentam limitações que podem induzir algumas interpretações em erro, como o facto de se poder verificar o intervalo de tempo entre a emoção inicialmente sentida, esta que é imediata e automática, e o preenchimento e consciencialização da mesma. Esta discrepância temporal pode alterar a emoção sentida, consequentemente alterar a sua precisa avaliação. Diferenças culturais são também desvantagens neste tipo de ferramentas e instrumentos, sendo que a sua aplicação pode ser limitada a certas populações (Agarwal & Meyer, 2009).

É possível encontrar algumas ferramentas, instrumentos eficazes e válidos, já bastante aplicadas por investigadores da

área, exemplos como o PrEmo (Product Emotion Measurement Instrument) (Desmet, 2002), o Self-Assessment Manikin (Lang, 1980), o Geneva Emotion Wheel (Scherer, 2005), o Facial Action Coding System (Ekman & Friesen, 1978) e o EmoCards (Desmet, 2000, e Desmet, 2001).

### **2.4.3 - EMOTIONAL DESIGN**

As emoções positivas são tão importantes como as negativas, são críticas para a aprendizagem, curiosidade, pensamento criativo. Coisas atraentes fazem os seus utilizadores sentirem-se bem, o que faz com que pensem de forma mais criativa. No entanto há que pensar como será que é possível evocar um sentimento negativo de forma a preveni-los, pois estas existem quando há falta de compreensão, levando as pessoas a sentirem-se frustradas, fora de controlo e por vezes até com raiva. As memórias são reflexões da experiência de vida e o conceito do próprio ser é um atributo fundamental que tem vindo a ser estudado. Este conceito em si é especificamente cultural, como por exemplo os japoneses colocam muito ênfase no grupo, enquanto os Americanos tendem a distinguir-se como indivíduos (Norman, 2004).

Próteses para membros superiores não são tão facilmente aceites como as que substituem membros inferiores, já que estas não conseguem repor a parte em falta com a mesma eficácia do que uma prótese de perna. A par disto, ainda existe a preocupação pela aparência da prótese e como esta é aceite por outros, tanto no contexto familiar como social. Enquanto que as próteses para membros inferiores são aceites simplesmente por necessidades básicas de deslocação, contudo o utilizador pode chegar ao extremo de fazer tudo por tudo para esconder o

membro artificial dos outros, evitando realizar certas actividades e vestir certos tipos de roupa que exponham a sua deficiência (Bowker et al., 1992).

A situação de ocultar a extremidade chega a ser mais preocupante para aqueles com deficiência nos membros superiores, já que a mão é um elemento importante para a imagem que temos do nosso corpo e que está sempre visível para nós e para os outros. Quando uma pessoa perde uma perna, a prótese pode ser facilmente disfarçada, enquanto que uma pessoa que perde uma mão, é sempre bastante óbvio notar ausência e/ou se usa prótese (Smith, 2006).

A cadeira de rodas é um objecto especial, ela representa uma ponte emocional para com o utilizador, logo deve ser sempre estudada e melhorada para além da sua funcionalidade. É necessária uma evolução nos objectos para que estes possam ser colocados a servir a vida de um indivíduo e não a vida de um indivíduo adaptar-se a um objecto (Costa, 2012).

Jordan (2005) enumera algumas das emoções mais sentidas:

**Atracção** - Um produto que pode ser avaliado por um indivíduo como atractivo e gera emoções de desejo.

**Conformidade** - Produto que satisfaz o indivíduo.

**Legitimidade** - O produto respeita o padrão pessoal de um indivíduo, gerando admiração pelo objecto.

**Novidade** - Emoção de surpresa agradável.

**Agressão** - Por vezes os utilizadores sentem-se agressivos face a desprazer que um produto lhes provoca. Com por exemplo, uma senhora que socava o seu rádio cada vez que este engasgasse numa cassete de fita.

Tem-se vindo a obter prazer estético ao ver, ouvi, tocar, cheirar e ao pensar em determinados padrões que são benéficos para o funcionamento do nosso sentido primário (Hekkert, 2006).

A beleza é um ingrediente importante nas nossas vidas diárias. Admiramos e elogiamos a beleza da natureza, da arquitectura, da música, de outras pessoas. Uma cor feia ou esquisita, facilmente repele uma pessoa. A estética pode ser medida principalmente visualmente pela atractividade física de um produto - a sua beleza. Podemos gostar de produtos apenas pela sua utilidade e usabilidade, apesar deles serem obviamente feios (Hassenzahl, 2008).

As emoções são referidas como fenómenos afectivos tipicamente considerados na psicologia emocional e na linguagem do dia-a-dia sobre emoções, amor e ódio, medo e desejo, orgulho e desespero. As emoções são funcionais, pois elas estabelecem a posição de uma pessoa face o ambiente em que se situa, criando atrações entre pessoas, objectos, acções e ideias, e afastando-as de outras (Frijda, 1986).

Este principio básico aplica-se a todas as emoções, a intensidade com que se vive uma situação que ameaça as necessidades básicas de sobrevivência e a emoção subtil que se tem resultante da interacção com um objecto (Desmet, 2002).

Ao contrário do que se pode crer, uma emoção é o resultado de um processo cognitivo, embora muitas vezes automático e inconsciente. A avaliação é um processo que serve para diagnosticar uma situação ao confrontar um indivíduo esperando mudanças relevantes, e se através destas mudanças é possível identificar a relevância e se resulta numa resposta emocional apropriada (Lazarus, 1991).

Scherer (1987, 2001) define emoção como um episódio, de mudanças sincronizadas inter-relacionadas nos estados de todos ou a maioria dos cinco subsistemas orgânicos em resposta à avaliação de um evento de estímulo externo ou interno relevantes para as principais preocupações do organismo.

Definir “emoção” é um problema notório. Sem uma concepção consensual do fenómeno que está a ser estudado, o progresso e a pesquisa tornam-se difíceis de alcançar. O conceito de “emoção” apesar de ser utilizado frequentemente, ao ponto de estar na moda, a questão que se coloca é “O que é a emoção?” Esta raramente gera a mesma resposta de diferentes indivíduos. A definição das emoções, distinguindo-as de outros estados ou feições, e medi-las numa forma compreensiva e significativa tem sido um constante desafio investigado por diferentes disciplinas das ciências sociais e comportamentais (Scherer e Klaus, 2005).

Emoções são parte integral das interacções com outras pessoas e objectos. Como tal a avaliação das reações emocionais, é importante para entender como melhorar tais interações, por exemplo, ao projetar experiências de consumo positivos. O Geneva Emotion Wheel, doravante mencionado como GEW, (Figura 5) consiste na avaliação emocional e divisão de termos emocionais discretos correspondendo a famílias de emoções

que estão sistematicamente alinhadas num círculo. Subjacente ao alinhamento dos termos das emoção existem duas dimensões de valência (de negativa para positiva) e controlo (de baixo para alto), o que separa as emoções em quatro quadrantes: Negativo / baixo controlo, alta / controlo negativo, / baixo controlo / positivo, e positivas / alto controlo (Sacharin & Schlegel, K., Scherer, 2012).

O GEW é fácil de utilizar por possuir emoções discretas que correspondem à forma natural de falar sobre emoções. Ao contrário de outras ferramentas de medir emoções, as emoções do GEW estão visualmente alinhadas através das dimensões, o que torna conveniente para quem responde porque podem responder a duas ou três dimensões, em vez das múltiplas emoções discretas que estão indicadas. A combinação das dimensões com as emoções discretas aumenta a especificidade para a medição, aumentando a usabilidade desta ferramenta. Além disso, quem utiliza do GEW acaba por o preferir face a outras alternativas, pois alegam que seja mais fácil de compreender, útil para diferenciar as emoções e o seu visual apelativo (Sacharin & Schlegel, K., Scherer, 2012).

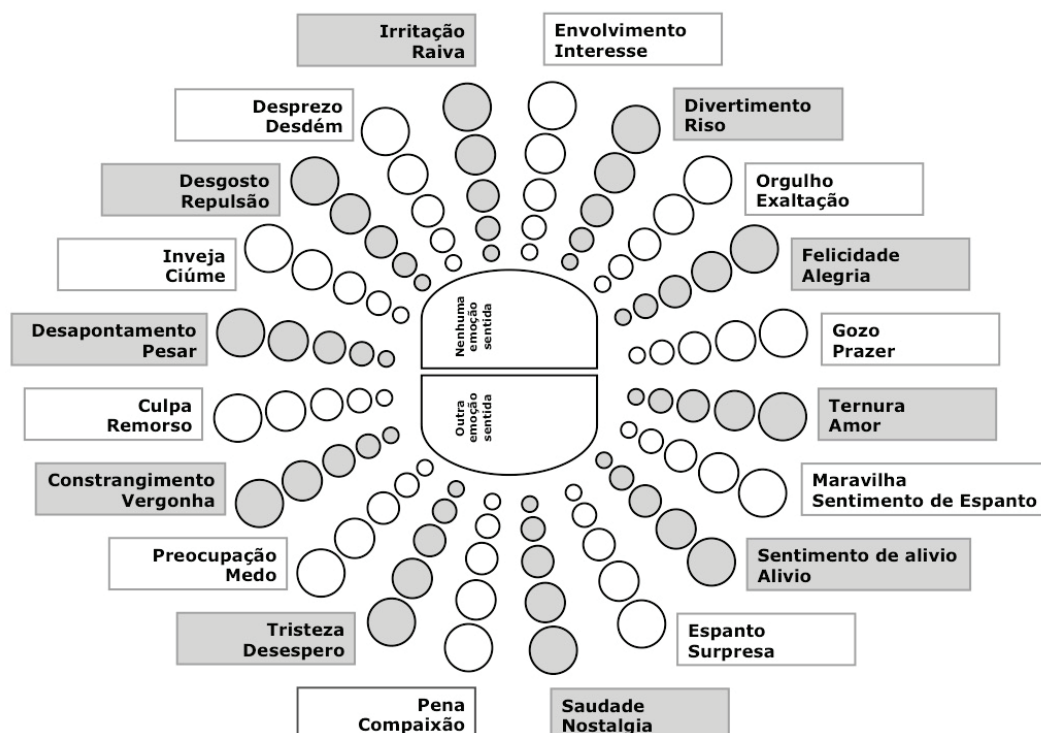


Fig. 5 - Geneva Emotion Wheel (GEW); Fonte: (Sacharin & Schlegel, K., Scherer, 2012).

## **SUMÁRIO**

Este capítulo foca-se na questão da usabilidade, onde conseguimos ter uma maior percepção do tipo de tarefas base que uma prótese deverá conseguir realizar para o bom funcionamento no quotidiano do utilizador, estas por sua vez, deverão servir como base para a criação de uma prótese. Para uma melhor comunicação entre um produto e utilizador o estudo do UX e a sua avaliação, fornecem dados que testam e melhoram o desempenho do produto.

A complexa questão sobre o emocional dos produtos é explorada neste capítulo, uma vez que está fortemente ligada a toda a questão de Usabilidade e de UX de um produto, o GEW aqui abordado, servirá como base para os questionários emocionais a que foram realizados numa futura fase da investigação.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agarwal, A. & Meyer, A., 2009. Beyond usability: evaluating emotional response as an integral part of the user experience. Proceedings of the 27th international conference, pp.2919–2930.

Blijlevens, J., Creusen, M.E.H. & Schoormans, J.P.L., 2009. How consumers perceive product appearance: The identification of three product appearance attributes. *International Journal of Design*, 3(3), pp.27–35.

Bordegoni, M. et al., 2014. A method for bringing user experience upstream to design. *Virtual and Physical Prototyping*, 9(3), pp.181–194.

Bowker, J.H., Michael, J.W. & American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992. *Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles*. , p.930.

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados,

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Desmet, P., 2002. Designing emotions. *Sites The Journal Of 20Th Century Contemporary French Studies*, 6(2), pp.1–4.

Desmet, P.M.A., Overbeeke, C.J. & Stefan, T., 2001. Designing products with added emotional value. *The Design Journal*, 4(1), pp.32–47.

Frijda, N.H., 1986. The emotions,

Frøkjær, E., Hertzum, M. & Hornbæk, K., 2000. Measuring Usability : Are Effectiveness , Efficiency , and Satisfaction Really Correlated ? *ACM CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2(1), pp.345–352.

Han, S.H. et al., 2000. Evaluation of product usability: Development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26(January 2016), pp.477–488.

Hassenzahl, M., 2008. Aesthetics in interactive products: Correlates and consequences of beauty. *Product Experience*, (2008), pp.287-302.

Hassenzahl, M., 2008. User experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. *Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine on - IHM '08*, pp.11-15.

Hekkert, P., 2006. Design aesthetics : principles of pleasure in design  
Design aesthetics : principles of pleasure in design. *Psychology Science*, 48(2), pp.157-172.

Jordan, P.W., 2005. *Designing Pleasurable Products: an introduction to the new human factors*.

Jordan, P.W., 1998. Human factors for pleasure in product use. *Applied Ergonomics*, 29(1), pp.25-33.

Lazarus, R.S., 1991. *Emotion & Adaptation*,

Naumann, A., & Wechsung, I. (2008). *Developing Usability Methods for Multimodal Systems: The Use of Subjctive and Objetive Measures. Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement (VUUM)* (pp. 8-12). Reykjavik: Institute of Research in Informatics of Toulouse (IRIT).

Norman, D.A., 2004. Emotional design. *Ubiquity*, 2004(January), pp.28-30, 38, 43, 50, 59, 61, 64-66, 69-71, 76-83, 86.

Roto, V., 2007. User experience from product creation perspective. *Towards a UX Manifesto workshop*, (Roto), pp.1-4.

Roto, V., Rantavuo, H. & Kaisa, V.-V.-M., 2009. Evaluating User Experience of Early product concepts. *International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces*, (October), pp.1-10.

Sacharin, V. & Schlegel, K., Scherer, K.R., 2012. *GEW Report August 13 2012*.

Scherer, K.R., 1987. Toward a dynamic theory of emotion: The component process model of affective states. *Geneva Studies in Emotion and Communication*, 1(1), pp.1-98.

Scherer, K.R., 2005. What are emotion? And how can they be measured? *Social Science Information Sur Les Sciences Sociales*, 44(4), pp.695-729.

Smith, D.G., 2006. Notes from the medical director. Congenital limb deficiencies and acquired amputations in childhood, part 3: prosthetic issues for children. *InMotion*, 16(3), p.56-61 5p.

Wechsung, I. & Naumann, A.B., 2008. Evaluation methods for multimodal systems: A comparison of standardized usability questionnaires. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. pp. 276-284.

Wegge, K.P. & Zimmermann, D., 2007. Accessibility , Usability , Safety , Ergonomics : Concepts , Models , and Differences Ergonomics : Product Design. In *Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity*, p.pp.294-301.

Zhou, F., Xu, Q. & Jiao, R.J., 2011. Fundamentals of product ecosystem design for user experience. *Research in Engineering Design*, 22(1), pp.43-61.



---

## **2.5: DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR**

### **INTRODUÇÃO**

Este capítulo foca-se em pontos mais específicos do design, o Design Centrado no Utilizador (DCU) e em questões do Design para a área da saúde, e a obsolescência programada, sendo que entre estes três temas procura-se a ligação que resultará numa prótese que possa servir um utilizador.

#### **2.5.1 - DCU**

Design Centrado no Utilizador (DCU) é um termo que abrange vários processos de design onde se recorre aos utilizadores de forma a entender as suas necessidades e/ou testar os produtos, influenciando todo o desenvolvimento e criação de um produto (Abras et al., 2004).

O DCU pode ser considerado uma prática, um campo, um ofício, uma estrutura, filosofia, disciplina ou um método de ferramentas projectuais ao envolver o utilizador no processo de design. O processo de DCU compreende três fases: investigação, projecto e avaliação. Durante a investigação, um dos objectivos do designer é, a aferição de quem são os utilizadores e as suas necessidades. A segunda fase, projecto: através das pesquisas o designer projecta o interface, o documento, a arquitectura de informação, etc. Uma vez que o projecto está esboçado, o praticante de DCU, avalia o projecto com utilizadores e elabora as revisões necessárias com base nos resultados da avaliação (Williams, 2009).

Donald Norman (1986) cunha o termo na década de 80 através de uma investigação na Universidade da Califórnia San Diego (UCSD) e tornou-se mundialmente usada após a publicação do livro: *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* (Norman e Draper, 1986), onde sugere quatro formas de como o design deve ser:

- Tornar fácil determinar quais acções são possíveis a qualquer momento.
- Tornar as coisas visíveis, incluindo o modelo conceptual do sistema, acções alternativas, e o resultado das acções.
- Tornar fácil a avaliação do estado actual do sistema.
- Seguir os mapeamentos naturais entre as intenções e as acções necessárias; entre as acções e o efeito resultante; e entre a informação que está visível e a interpretação do estado do sistema.

Norman (apud Abras et al, 2004) refere que o papel do designer é facilitar a tarefa para o utilizador e certificar-se que é dado ao produto o devido uso e com o mínimo esforço para aprender a usá-lo. Para tal sugeriu sete princípios que são essenciais para facilitar a tarefa do designer:<sup>1</sup>

1. *Use both knowledge in the world and knowledge in the head. By building conceptual models, write manuals that are easily understood and that are written before the design is implemented.*
2. *Simplify the structure of tasks. Make sure not to overload the short-term memory, or the long term memory of the user. On average the user is able to remember five things at a time. Make sure the task is consistent and provide mental aids for easy retrieval of information from long-term memory. Make sure the user has control over the task.*

- 3. Make things visible: bridge the gulfs of Execution and Evaluation. The user should be able to figure out the use of an object by seeing the right buttons or devices for executing an operation.*
- 4. Get the mappings right. One way to make things understandable is to use graphics.*
- 5. Exploit the power of constraints, both natural and artificial, in order to give the user the feel that there is one thing to do.*
- 6. Design for error. Plan for any possible error that can be made, this way the user will be allowed the option of recovery from any possible error made.*
- 7. When all else fails, standardize. Create an international standard if something cannot be designed without arbitrary mappings.*

<sup>1</sup>Trad. Livre: 1. Usar tanto o conhecimento no mundo como o que está na cabeça. Ao construir modelos conceptuais, escrever manuais que são facilmente compreendidos e que são escritos antes do design ser implementado.

2. Simplificar a estrutura das tarefas. Assegurar que não se sobrecarrega a curto e a longo prazo a memória do utilizador. Em média o utilizador consegue lembrar-se de cinco coisas de cada vez. Assegurar-se que a tarefa é consistente e fornece ajudas mentais para recordar informação da memória. Assegurar que o utilizador tem controlo sobre a tarefa.

3. Formar as coisas visíveis: Criar ligação entre a execução e a avaliação. O utilizador deve ser capaz de descobrir o uso de um objecto ao olhar para os botões ou aparelho para executar uma operação.

4. Obter os mapeamentos certos. Uma forma de fazer as coisas perceptíveis é usar gráficos.

5. Explorar o poder das restrições, quer naturais quer artificiais, de forma a dar ao utilizador o sentimento que existe uma coisa para fazer.

6. Projecte o erro. Planear cada erro possível que pode ser feito, desta forma o utilizador poderá optar por recuperar de cada erro que foi feito.

7. Quando tudo falhar, estandardize. Criar um padrão internacional se algo não pode ser projectado sem mapeamentos arbitrários.

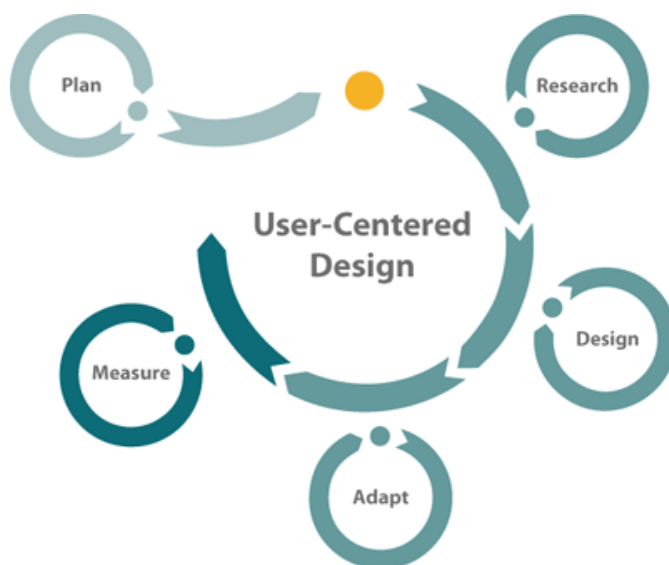


Fig. 6 - Principais fases do DCU; Fonte: (SAP User Experience - Standards, 2009)

Um produto deve ser atrativo, prazeroso e divertido, assim como eficaz, compreensível e cujo custo seja apropriado. No entanto, há que compreender o que nos faz gostar tanto de um produto, e como tal são feitas três categorias, Design Visceral, Comportamental e Reflectido. Design Visceral é o que a natureza faz, os humanos evoluem para coexistir com outros humanos, animais, plantas, paisagens, etc. Os humanos foram afinados para receberem fortes sinais emocionais do ambiente interpretados ao nível visceral. Quando algo é entendido como bonito, este é um julgamento a nível visceral. No design, podemos encontrar design visceral em todos os objectos, publicidade, arte popular. Com o despoletar de sentimentos, através de cores primárias brilhantes. Características físicas, como a aparência, toque e som, são características dominantes do nível visceral, pois o design visceral é só sobre as reacções iniciais de uma pessoa (Norman, 2004).



*"Humanos adultos gostam de explorar experiências para lá do básico, ou das preferências biológicas inatas. Assim sendo, apesar de sabores amargos ser algo visceralmente não agradável, adultos aprenderam a comer e a beber uma quantidade de coisas, chegando mesmo a ser uma preferência. Isto é um gosto adquirido, chamado assim porque as pessoas aprenderam a gostar de algo cuja inclinação natural os forçava a não gostar. O mesmo acontece com espaços ocupados, sobrelotados, ou barulhentos, e música dissonante com ritmos por vezes irregulares: todas as coisas que são visceralmente negativas mas podem ser positivas."*

(Norman, 2004, pp:67)

O design comportamental é só sobre o uso de um determinado objecto, onde a aparência é posta de parte e análise racional não importa. Apenas o desempenho é o importante, este é um dos aspectos mais praticados pela comunidade de usabilidade. No bom design comportamental são tidas em conta quatro componentes: função, compreensão, usabilidade e sensação física. Através do foco no utilizador, o primeiro passo é a compreensão de como as pessoas vão usar um produto de forma a satisfazer as necessidades das pessoas que realmente usam o produto (Norman, 2004).

O Design Reflexivo cobre várias áreas, é sobre o significado de um produto, ou do seu uso, da sua mensagem e cultura. Ele é a imagem própria e a mensagem que é transmitida para os outros (Norman, 2004).

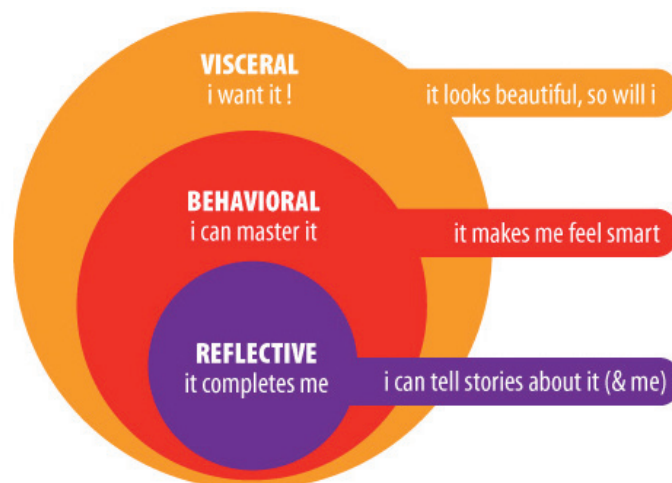


Fig. 7 - As três fases do apelo de um Produto segundo Norman (2004).

Fonte: <<http://www.edtech.in/knowledge-center/norman-s-three-levels-of-emotional-website-design.html>>

Uma experiência estética pode dar origem a uma experiência emocional, porque as experiências estéticas envolvem prazer e desprazer, e as pessoas são motivadas a procurar produtos que proporcionam prazer e evitar os produtos que fornecem desagrado (Desmet e Hekkert, 2007).

*“Se os objectos têm uma linguagem própria e se para os compreendermos tivermos que a aprender, estaremos a personalizar os objectos projectando neles as nossas próprias necessidades ou será apenas um exercício narcísico pela necessidade de nos valorizarmos pelos objectos e por tudo o que nos rodeia?”*

*(Costa, 2012, pp:37).*

Desenhar um produto requer uma compreensão detalhada das pessoas e do contexto para o qual é desenhado (Hassenzahl, 2008).

Nielsen (1993) diz: *“os utilizadores não são designers, e os designers não são utilizadores”*

### **2.5.2 - OBSOLESCÊNCIA PROGRAMADA**

A produção constante de um objecto obriga que o consumo dele seja constante, isto cria um ciclo vicioso que não pode ser quebrado. A necessidade constante na produção de objectos com um tempo de vida curto, tornam-se objectos cuja reparação por vezes é mais cara do que a aquisição de um objecto novo. No caso da cadeira de rodas o factor customizável, permitirá ao objecto predestinar a sua morte, pois não dependerá apenas de um factor estético ou de uma moda, logo torna-se um objecto liberto do estigma social de consumo. Este tipo de objectos como as próteses e as cadeiras de rodas podem ser considerados com objectos especiais, aos quais vão ser associadas memórias especiais, que evocam histórias nos seus utilizadores, existirá uma ligação pessoal significativa (Costa, 2012).

### **2.5.3 - DESIGN PARA A SAÚDE**

Em qualquer ramo da saúde é necessário estudos, análises, testes e experimentação de forma a chegar a algo que possa ser avaliado e validado do ponto de vista científico. Na saúde, a aplicação e adaptação de tratamentos que já tenham tido sucesso com outros pacientes é uma das várias abordagens usadas entre o paciente e o especialista. Na área da saúde, o designer pode aplicar um vasto leque de ferramentas que adquiriu na sua formação. Desde o planeamento, desenvolvimento, selecção de materiais, utilização de tecnologias, preocupações de sustentabilidade, ergonomia, entre outros (Horizonte, 2012).

A inovação na saúde é definida com objectivos a longo prazo de melhorar a qualidade, segurança eficácia e custos, para tal é necessária a introdução de novos conceitos, ideias, serviços, processos e produtos que contribuem para melhores tratamentos, diagnósticos, prevenções e investigações (Omachonu, 2010).

**SUMÁRIO**

O design centrado no utilizador ensina uma forma de abordar o exercício de design, contribuindo com ferramentas essenciais que colocam o utilizador no centro da acção, juntamente com o Design Emocional abordado no capítulo anterior é possível uma maior compreensão dos utilizadores, das suas reacções, necessidades e desejos perante um objecto, ao acoplar as áreas que se seguiram neste capítulo.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abras, C., Maloney-Krichmar, D. & Preece, J., 2004. User-centered design. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), pp.445-56.

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Desmet, P. & Hekkert, P., 2007. Framework of product experience. International Journal of Design, 1(1), pp.57-66.

Hassenzahl, M., 2008. Aesthetics in interactive products: Correlates and consequences of beauty. Product Experience, (2008), pp.287-302.

Horizonte, B., 2012. Programa : Design e Saúde. , pp.1-9.

Nielsen, J., 1993. Usability Engineering.

Norman, D.A., 2004. Emotional design. Ubiquity, 2004(January), pp.28-30, 38, 43, 50, 59, 61, 64-66, 69-71, 76-83, 86.

Norman, D.A. & Draper, S.W., 1986. User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction.

Omachonu, V.K., 2010. Innovation in Healthcare Delivery Systems : A Conceptual Framework. The Innovation Journal, 15(1), pp.1-20.

Williams, A., 2009. User-centered design, activity-centered design, and goal-directed design. Proceedings of the 27th ACM international conference on Design of communication - SIGDOC '09, pp.1-8.



---

## 2.6: CUSTOMIZAÇÃO

### INTRODUÇÃO

O capítulo da customização aborda uma outra área interessante e a última área da literatura a ser abordada antes do exercício de projecto. Como provado nos capítulos anteriores, a relação de um utilizador com um objecto revela que a importância de vários factores projectuais podem marcar a diferença nesse mesmo produto.

#### 2.6.1 - CUSTOMIZAÇÃO

Não é um acidente histórico o facto da customização ser promovida com o mesmo entusiasmo como a estandardização foi promovida no século XIX. A customização de hoje em dia é a reacção às forças económicas e tecnológicas, como a estandardização foi no seu tempo. A customização tornou-se dominante em várias indústrias, no entanto várias áreas da actividade económica falharam nessa abordagem. A alfaiataria e o fabrico personalizado de jóias são exemplos de produtos que eram feitos consoante as especificações dos clientes e não tiveram o mesmo impacto (Lampel, 1996).

A customização nem sempre é a melhor estratégia para qualquer cliente em qualquer situação. No entanto, produtos customizados com base nas preferências dos clientes tendem a contribuir com benefícios claros para o cliente. O aumento deste benefício, sugere que exista um grande negócio lucrativo no qual os clientes estão dispostos a pagar mais por produtos que melhor encaixam nas suas preferências (Franke, 2010).

No caso das cadeiras de rodas, a customização põe o sujeito no centro da questão com a capacidade de definir as suas regras. A esteticização do quotidiano através da estética de todos os objectos funcionais ou as imagens estigmatizantes (as tatuagens) pressupõem-se que a cadeira de rodas seja como um objecto artístico customizável, oferecendo-lhe uma forma de destigmatizar negativamente o objecto. A customização deste tipo de objecto deve apostar na individualização do mesmo, a partir do conceito onde não se dá a solução final, no entanto devem-se estudar a relação entre as pessoas e os objectos de consumo de forma a perceber a independência e racionalidade das necessidades (Costa, 2012).

Nas indústrias a lógica da individualização é generalizada de diferentes formas na comercialização, produção e desenvolvimento de produtos. Em termos de marketing, as empresas procuram desenvolver um relacionamento directo com o cliente individual. Na produção, os produtos podem ser “feitos por encomenda” ou “*tailor made*” (Lampel, 1996).

J. Lampel (1996) categoriza as várias formas de standardização e de customização:

**Pura Standardização:** A estratégia da Ford Motor Company na era do Model T era um exemplo de pura standardização. A estratégia era baseada num design dominante que abrangia o mais amplo grupo de compradores, produzido a uma larga escala e depois distribuído da mesma forma. O comprador tinha que se adaptar ou trocar para outro produto. O/a comprador/a não tinha nenhuma influência directa no desenvolvimento do produto, na sua produção ou nas decisões de distribuição.



**Estandarização Segmentada:** É uma evolução da pura estandarização, na qual um design base é modificado e multiplicado de forma a cobrir várias dimensões de um produto mas não ao pedido de compradores individuais. A escolha individual é antecipada mas não é directamente atendida.

**Estandarização Customizada:** As companhias de automóveis que oferecem ao comprador a opção de escolher de um leque de componentes, um bom exemplo desta situação, são os restaurantes de fast food que permitem aos clientes escolher se preferem mostarda, ketchup, maionese, tomate, etc., nos seus hamburgers. Cada cliente poderá escolher a sua configuração mas é restrito pelo leque de componentes disponíveis.

**Customização por Medida:** Um fato por medida, um bolo de aniversário com o nome do aniversariante, são exemplos de customização por medida.

**Pura Customização:** A individualização chega à sua conclusão lógica, onde os desejos do cliente penetram no processo de design, onde o produto é verdadeiramente feito à medida.

Lampel (1996), como forma de perceber como e quem executa estas formas de fabrico de produtos, categoriza as várias companhias que podem adoptar estes processos de manufatura:

**Indústrias em Massa:** A produção ocorre em instalações altamente mecanizadas e inflexíveis. Todos os produtos são estandardizados.

**Indústrias Magras:** O comprador está envolvido no design do produto e espera um serviço de compromisso após a venda.

**Indústrias de Catálogo:** A proliferação dos produtos favorece a standardização segmentada. A organização dos produtos e a sua distribuição está baseada em catálogos. O comprador tem um vasto leque de escolhas mas está confinado a fazer um selecção.

**Indústrias de Menu:** Os compradores tem um menu de escolhas das quais escolhem as características do produto final. A customização standardizada tende a ser a estratégia preferida.

**Indústrias por Medida:** A individualização é um factor importante, onde um produto relativamente standardizado é adaptado às necessidades do cliente individual.

**Indústrias de Roteamento:** São empresas cujos serviços oferecem uma mistura entre standardização e customização.

**Indústrias de Agente:** A agregação e individualização combina serviços profissionais. Chamam-se indústrias de agente, porque os vendedores atuam em nome dos compradores.

**Indústrias de Volume:** Indústrias como a dos metais e carvão, produzem largas quantidades de um produto standardizado que é vendido em grandes volumes aos clientes através de transacções que tendem a ser personalizadas.

INDÚSTRIA	PROCESSO	PRODUTO	TRANSAÇÃO
MASSA	ESTANDARDIZAÇÃO	ESTANDARDIZAÇÃO	ESTANDARDIZAÇÃO
MAGRA	CUSTOMIZAÇÃO	CUSTOMIZAÇÃO	CUSTOMIZAÇÃO
CATÁLOGO	ESTANDARDIZAÇÃO (SEGMENTADA)	ESTANDARDIZAÇÃO (SEGMENTADA)	ESTANDARDIZAÇÃO
MENU	ESTANDARDIZAÇÃO CUSTOMIZADA	ESTANDARDIZAÇÃO CUSTOMIZADA	CUSTOMIZAÇÃO
MEDIDA	CUSTOMIZAÇÃO POR MEDIDA	CUSTOMIZAÇÃO POR MEDIDA	CUSTOMIZAÇÃO
ROTEAMENTO	ESTANDARDIZAÇÃO CUSTOMIZADA	CUSTOMIZAÇÃO	ESTANDARDIZAÇÃO
AGENTE	CUSTOMIZAÇÃO POR MEDIDA	CUSTOMIZAÇÃO POR MEDIDA	ESTANDARDIZAÇÃO
VOLUME	ESTANDARDIZAÇÃO	ESTANDARDIZAÇÃO	CUSTOMIZAÇÃO

Tabela 1 - Industrias por customização (Lampel, 1996); Fonte: Investigador (2016)

A customização de um produto tem sido reconhecida como uma forma eficaz de implementar a customização em massa. Esta por sua vez, tem como objectivo, alcançar a satisfação individual das necessidades do cliente. Identificam-se três aspectos essenciais da customização, a customização do produto (a natureza intrínseca do design do produto) o processo de customização (a variação da latitude económica dos processos de produção) e por último o valor da customização de como os consumidores a percebem (Jiao, 2004).

A customização em massa refere-se à capacidade de providenciar produtos customizados ou serviços através de processos flexíveis em largas escalas e a baixos custos. A customização em massa tornou-se numa importante estratégia de produção onde a agilidade e rapidez de resposta perante as mudanças tornaram-se obrigatórias para a maioria das empresas. Não deverá ser vista como uma solução monolítica. Os processos de manufactura são complexos, e é necessária a integração de diferentes tecnologias de fabrico numa estrutura capaz de combinar factores humanos e tecnológicos (Silveira, 2001).

A redução de custos pode vir de várias formas, incluindo melhorias em tecnologias de produção mais flexíveis. Com o progresso, é sugerido que o marketing individual irá ganhar uma importância considerável em relativamente às práticas tradicionais do marketing segmentado e em massa (Franke, 2010).

Nota-se uma mudança óbvia nos dias de hoje de estandardização pura ou segmentada para estandardização customizada. A utilização de ferramentas CAD e processos de manufactura que utilizam estas ferramentas produzem exemplos claros de como produtos estandardizados podem hoje em dia ser customizados. A importante consequência desta tendência é, que os consumidores, perdem flexibilidade numa área adquirindo noutra. Por um lado, perde-se a escolha assim que os consumidores tornam-se categorias de consumidores genéricos numa operação de montagem (Lampel, 1996).

*“A personalização de um objecto só pode ser efectuada se o sujeito não for ausente, morto, exterior ao universo funcional. Todo o processo está comprometido de início pela industrialização, abolindo as reais diferenças entre seres humanos, homogeneizando tudo e todos. Uma pessoa ausente não é capaz de se “personalizar” porque não tem corpo. Apenas tem acesso a um conjunto de sinais previamente “fabricados” pela sociedade ou em produtos pré-personalizados pela indústria. Pré-personalizados porque a verdadeira personalização não existe, está dependente das opções que a indústria oferece, deixando por isso de se poder considerar uma personalização.”*

*(Costa, 2012, pp:43)*

## **SUMÁRIO**

Como abordado nos capítulos anteriores a relação utilizador/ produto poderá variar de pessoa para pessoa, no entanto no caso dos amputados essas relações e reacções são impossíveis de prever devido à natureza e condição dos amputados. Como tal sugere-se a customização como uma forma de produção de próteses constante que se tornará cíclica devido às diferenças de amputado para amputado, cada modelo terá sempre de ser ajustado em função do amputado.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Franke, N., Keinz, P. & Steger, C., 2010. Customization: A Goldmine or a Wasteland? GfK-Marketing Intelligence ..., 2(2), pp.26-33.

Jiao, J. & Tseng, M.M., 2004. Customizability analysis in design for mass customization. CAD Computer Aided Design, 36(8), pp.745-757.

Lampel, J. & Mintzberg, H., 1996. Customizing Customization. Sloan Management Review, 38(1), pp.21-30.

Silveira, G. Da, 2001. Mass customization: Literature review and re-search directions. International Journal of Production Economics, 72(1), pp.1-13.





---

## 2.7: PROTOTIPAGEM

### INTRODUÇÃO

Neste capítulo falar-se-á de Prototipagem rápida, como método de produção de maquetes e de produtos finais.

#### 2.7.1 - PROTOTIPAGEM RÁPIDA

A concepção da impressão 3D, também referenciada como Manufatura por Adição/Aditiva (AM) ou Prototipagem rápida (RP) foi desenvolvido por Charles Hull. Em 1993, Michael Cima e Emanuel Sachs patentearam o termo “Impressora 3D”, para a impressão de plástico, metal e partes de cerâmica. Muitas outras empresas desenvolveram impressoras 3D para aplicações comerciais como a DTM Corporation e a Z Corporation. A tecnologia de impressão 3D encontrou aplicações a nível industrial no sector automóvel e aeroespacial na impressão de protótipos como peças de carros e aeronaves ou no mundo da arquitectura na impressão de modelos estruturais (Gross et al., 2014).

As capacidades da impressão 3D são várias, permitem a designers e engenheiros testar ideias e conceitos para produtos de forma rápida e económica antes de se comprometerem a utilizar ferramentas mais dispendiosas. No campo medicinal, cirurgiões usam impressoras 3D para imprimirem partes do corpo para referência anos de fazerem cirurgias mais complexas. Artistas usam a impressão 3D de forma a criar objectos que através dos processos mais tradicionais poderiam demorar mais tempo, custar mais dinheiro e serem difíceis de conseguir produzir (Tyagi, 2005).

A impressão 3D é utilizada na prototipagem rápida de modelos 3D originalmente gerados a partir de programas CAD, como o AutoCAD, SolidWorks. O modelo original é criado no programa CAD onde posteriormente é convertido para um ficheiro .STL (Standard Tessellation Language ou STereo-Lithography). O Ficheiro .STL conserva a informação de cada superfície do modelo 3D em forma de secções triangulares, onde as coordenadas dos vértices são definidas num ficheiro de texto. Ao aumentar o número de triângulos que definem essa superfície, mais pontos existiram no ficheiro de texto o que irá conferir a definição e resolução da superfície (Gross et al., 2014).

More (2013), define e simplifica o processo de impressão 3D em 5 passos:

A criação do modelo CAD, de seguida a sua conversão para formato .STL para que possa ser lido pela máquina. O terceiro passo é a utilização de um programa de computador que faz a ligação à impressora que processa o ficheiro .STL para ser impresso, aqui são definidas as características da máquina que irão conferir a resolução do objecto, que pode ser impresso em camadas de 0.01 mm até 0.7 mm. O quarto passo é a construção da peça, onde existe pouca intervenção do operador uma vez que é um processo autónomo das máquinas de prototipagem. O último passo é a limpeza e acabamento que envolve a remoção do protótipo da máquina e a limpeza de qualquer material excedente que tenha surgido como apoios de construção das peças. Nesta passo ainda dão-se os acabamentos que forem necessários, passando pela utilização de uma lixa e/ou pintura do modelo, que irá melhorar a sua aparência e durabilidade (More, 2013).

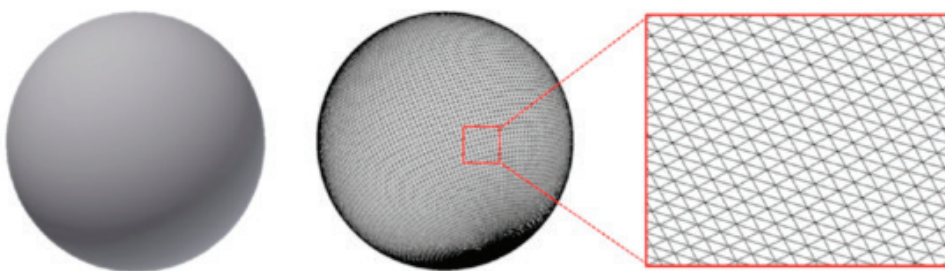


Fig. 8 - Representação da malha triangular de um ficheiro .STL; Fonte: (Gross et al., 2014).

### 2.7.2 - TIPOS DE IMPRESSÃO

Fused Deposition Modeling (FDM), foi desenvolvido por Scott Crump da empresa Stratasys, o FDM é a tecnologia de manufatura para prototipagem rápida mais utilizada nos dias de hoje. O FDM fabrica o modelo 3D pela extrusão de materiais termoplásticos que os deposita em camadas como mostrado na figura X. O Filamento de plástico é puxado por duas roldanas (na imagem Rollers), que por sua vez é aquecido a uma temperatura de semi-derretido que permite o bico (Nozzle) depositar e solidificar nas áreas desejadas (Gross et al., 2014).

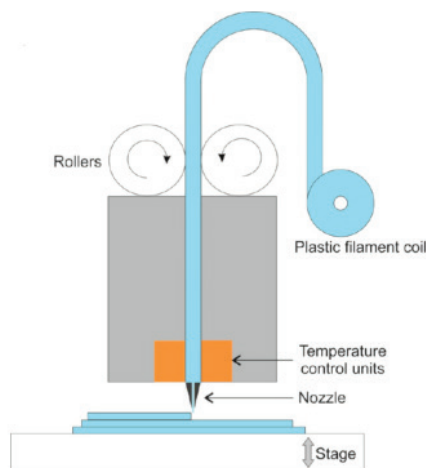


Fig. 9 - Esquema de uma impressora 3D por FDM; Fonte: (Gross et al., 2014).

Polyjet é uma tecnologia de impressão 3D que funciona de forma semelhante a uma impressora de tinta a jato, que em vez de gotas de tinta no papel, a PolyJet 3D Printer deixa cair gotas de um líquido fotopolímero numa tábua de construção. O processo é simples, prepara-se o ficheiro 3D para o software de apoio à máquina calcular a quantidade de gotas fotopolímeras vai depositar. De seguida a impressora 3D adiciona estas gotas por camadas e usa uma luz UV que as cura instantaneamente. Todo

o material de suporte aplicado poderá ser removido facilmente utilizando apenas a mão ou água. A utilização desta tecnologia é superior a outras, pois consegue criar protótipos com o detalhe e acabamento quase de um produto final. É utilizada muitas das vezes em moldes, uma vez que permite a criação de formas complexas e pormenores delicados. A grande vantagem é a utilização de várias cores e materiais, como materiais elásticos, num só modelo que lhe confere uma eficiência inegável (Stratasys Ltd, 2016).



Fig. 10 - Capacete de Ciclista impresso em PolyJet, peça de demonstração das capacidades da impressora; Fonte: <<http://www.stratasys.com/3d-printers/production-series/connex3-systems>>

### 2.7.3 - MATERIAIS

Na tecnologia de FDM os materiais mais comuns são o ABS e o PLA, estes são termoplásticos, o que permite serem aplicados na tecnologia de FDM com eficácia, uma vez que se tornam moldáveis quando aquecidos e voltam ao estado sólido quando arrefecidos. Este processo poderá ser repetido inúmeras vezes,

a sua habilidade de derreterem e poderem ser processados novamente é o que faz deles prevalecer na nossa sociedade e são dos polímeros mais utilizados nos produtos que nos rodeiam (Chilson, 2013).

As diferenças entre o ABS e PLA são algumas onde Chilson (2013) as resume:

ABS - A sua força, flexibilidade, habilidade de maquinação e resistência a temperaturas superiores, faz com que seja o plástico preferido dos engenheiros.

PLA - A grande variação de cores disponíveis, incluindo transparências e acabamentos brilhantes. A sua origem que deriva de plantas deixa um cheiro doce e agradável comparando com o ABS. Quando arrefecido, o PLA oferece maiores velocidades de impressão, alturas de camadas menores. E é o que possui menos deformação pós impressão nas peças.

Evans (2015), descreve a utilização de vários materiais que a PolyJet pode utilizar, entre eles destacam-se quatro:

VeroWhite - Oferece o aspecto e acabamento de peças de produção.

Transparente - Permite imprimir peças transparentes.

Rubber-like - Oferece propriedades flexíveis ao material.

ABS-like - Semelhante ao material ABS, no entanto através da tecnologia de Polyjet.

## SUMÁRIO

Neste capítulo fala-se das origens da prototipagem rápida e da forma como afecta várias áreas de trabalho, é uma ferramenta que auxilia Engenheiros, Designers, Arquitectos, Médicos, etc., as várias tecnologias e variações entre máquinas e capacidades das mesmas permite a criação de vários tipos de produtos e componentes. Aqui focou-se mais na tecnologia de FDM e de PolyJet uma vez que se acreditam ser das tecnologias mais importantes para este trabalho.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chilson, L., 2013. The Difference Between ABS and PLA for 3D Printing. ProtoParadigm Blog, pp.7-9. Disponível em: <http://www.protoparadigm.com/blog/2013/01/the-difference-between-abs-and-pla-for-3d-printing/>.

Evans, D., 2015. Polyjet 3D Printing Technology. fictive/hwg, p.1. Disponível em: <https://hwg.fictiv.com/fabricate/polyjet-3d-printing-technology>.

Gross, B.C. et al., 2014. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Analytical Chemistry, 86(7), pp.3240-3253.

More, P., 2013. 3D Printing Making the Digital Real. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, 2(7), pp.1-4.

Stratasys Ltd, 2016. PolyJet Technology. Disponível em: <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/polyjet-technology>.

Tyagi, G. (NIC-M., 2005. Introduction to 3D Printing. 3D Printing Technology, pp.3-52.





---

## **CAPÍTULO 3: DESENVOLVIMENTO PROJECTUAL**

### **3.1: CONCEITO E DESENVOLVIMENTO**

#### **INTRODUÇÃO**

Através da análise, compreensão e reflexão do enquadramento teórico e com o objectivo de comprovar o argumento apresentado, iniciou-se um segundo momento metodológico de investigação. Este momento foi separado em três fases: Projecto primeira fase, questionários emocionais, segunda fase de projecto, o que resultará num protótipo digital (3ª Fase).

#### **3.1.1 - CONCEITO**

O conceito deste projecto pretende abordar o potencial de inovação possível dentro das próteses, nomeadamente as próteses transradiais. A inexistência de projectos transparentes utilizando as ferramentas disponíveis que o design aplica levou à existência desta dissertação.

Assim, com base nas conclusões da análise do estado da arte, particularmente a antropometria, usabilidade, customização e DCU, permitem o acesso a dados métricos, as limitações do corpo humano, as necessidades de uma amputado a nível funcional e emocional.

Como primeiro passo, sentiu-se a necessidade de conhecer a nível estrutural a composição de uma prótese transradial, os seus elementos e componentes, como forma de poder começar a abordar estes elementos através do desenho.

### 3.1.2 - CARACTERÍSTICAS E PRIMEIROS ESBOÇOS

A partir de uma recolha de imagens que mostrem detalhes estruturais de próteses transradiais, procede-se à análise destes componentes, categorizando-os a nível funcional e estrutural. Através desse estudo, foi possível a execução de várias soluções conceituais para uma prótese transradial.

Através da análise destas imagens é possível dividir uma prótese em vários componentes estruturais e funcionais.

Socket - Componente que faz a ligação coto - prótese.

Pylon - Componente que faz a ligação entre o socket e o componente terminal da prótese.

Terminal - Componente que executa uma tarefa funcional, no caso de uma prótese de perna, será o pé, no caso de uma prótese para braço, será uma mão, pinça ou gancho.

Após a noção destes componentes estruturais e funcionais base e transversais a qualquer prótese, é encontrada então a base para a realização dos primeiros conceitos para a prótese. O conceito é desenhar uma prótese que possa ser manufaturada a muito baixo custo com a utilização de tecnologias existentes como a impressão 3D.

Como tal, impõem-se algumas limitações a nível das características funcionais da prótese. Foi necessário compreender e estudar as impressoras 3D que funcionassem por FDM e por Polyjet, estas por sua vez são das mais utilizadas a nível mundial devido à facilidade com que é possível imprimir componentes.

Aqui foi imposta a primeira limitação, a divisão de componentes de forma a poderem ser impressos em 3D com facilidade devido às limitações gerais da tecnologia, de forma a cada componente poder ser impresso de forma a não despende material extra na impressão de cada peça, pois isso fará com que cada componente demore mais tempo a ser impresso e aplique mais material o que elevará o custo da prótese.

A divisão da prótese em vários componentes abre portas para a customização e cria o sistema base da prótese, assim esta poderá ser sempre trabalhada de forma a adaptar-se a cada pessoa que a pretende adquirir.

O lado emocional e a estigmatização dos amputados foram das maiores preocupações a serem tidas em conta, como tal a idealização de um componente doravante denominado de Antebraço surge como uma forma de cobrir o Pylon a nível estético, possibilitando a customização do Antebraço de forma a cada amputado poder ter um ou mais Antebraços para a sua prótese.

Nas primeiras abordagens, explorou-se próteses que pudessem servir tarefas como pescar ou cozinhar. Dentro destas foi possível perceber as suas limitações enquanto conceitos e a necessidade de existir um terminal funcional que possa executar tarefas e não como a maioria das próteses que são limitada a uma só tarefa.

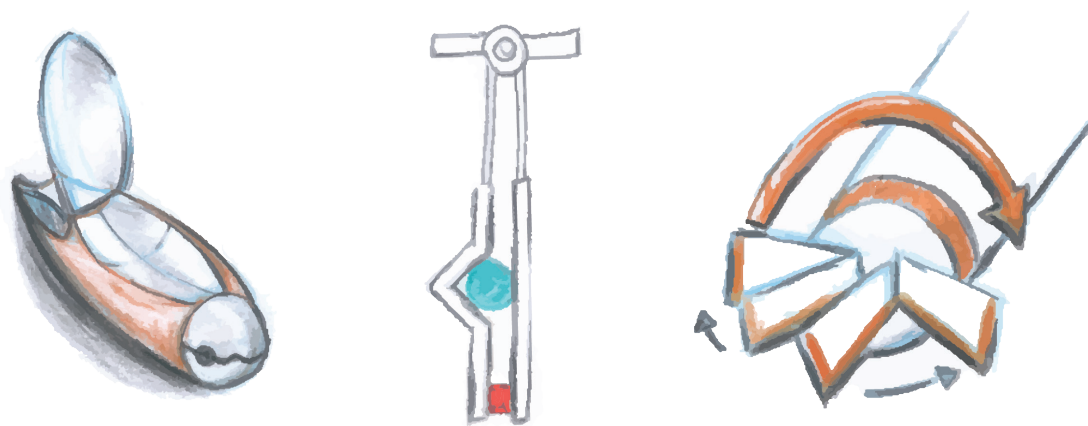


Fig. 11, 12 & 13 - Primeiros Esboços, prótese para pesca e mecanismos para terminais;

Fonte: Investigador (2016).

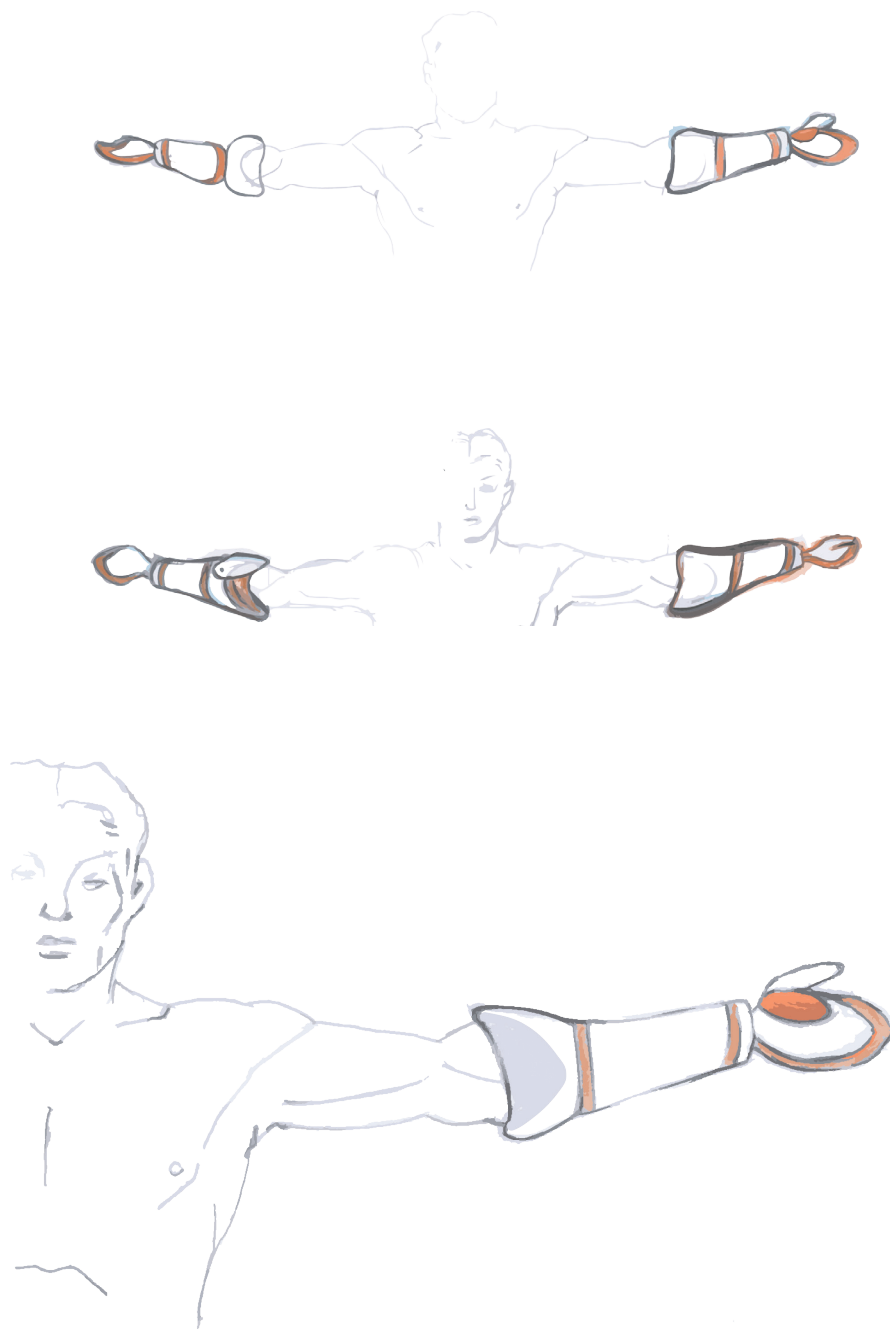


Fig. 14, 15 & 16 - Esboços de várias formas de prótese e de proporção entre Prótese - Amputado; *Fonte: Investigador (2016)*

Para o terminal, impôs-se a limitação de conceber vários terminais e não um único terminal que reproduzisse o funcionamento de uma mão. Para tal foram identificadas várias necessidades e os terminais correspondentes a cada.

Juntamente com o Socket, o Antebraço e o Terminal, serão as únicas peças visíveis a quem veja para a prótese, como tal procura-se que haja uma sequência natural entre os componentes que possa assemelhar-se ao braço de um ser humano como demonstrado na figura 12.

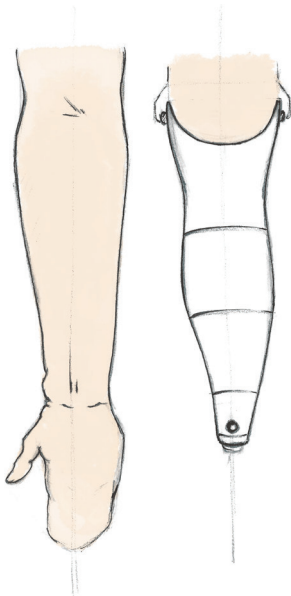


Fig. 17 - Relação Prótese com Corpo Humano;  
*Fonte: Investigador (2016).*

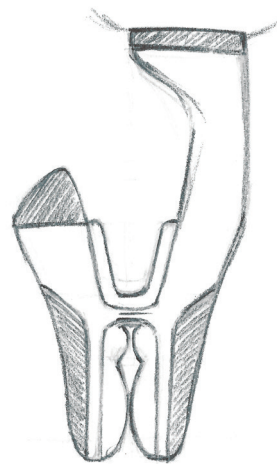


Fig. 18 - Terminal Pinça;  
*Fonte: Investigador (2016).*

O terminal pinça é um terminal que por si pode englobar um maior número de tarefas, e como tal é o terminal pensado para esta fase do conceito. Para tal foram desenhadas várias alternativas de terminais juntamente com componentes de Antebraço de forma a fazerem sentido um com o outro.

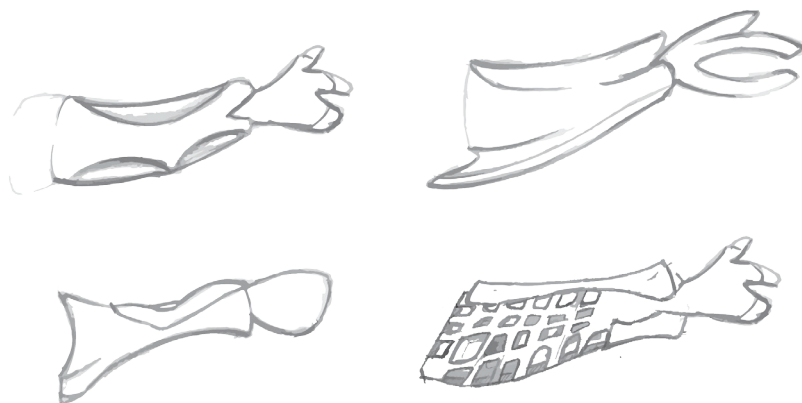


Fig. 19 - Várias formas de Antebraço e Terminal; *Fonte: Investigador (2016).*

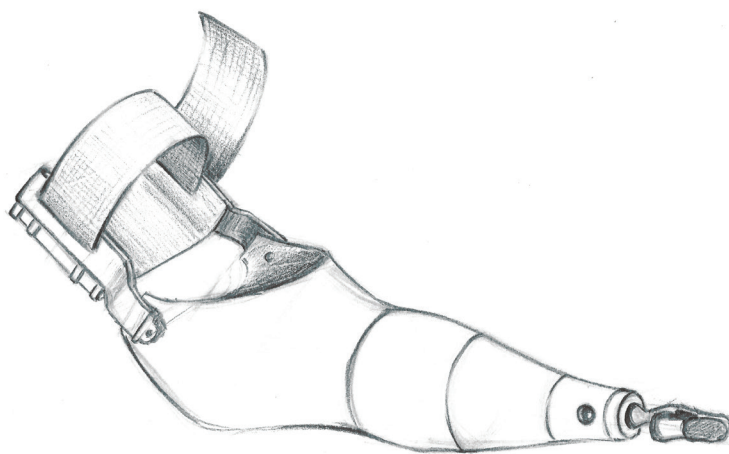


Fig. 20 - Esboço Final da Prótese; *Fonte: Investigador (2016).*

### 3.1.3 - CONCEITO FINAL E DESENVOLVIMENTO

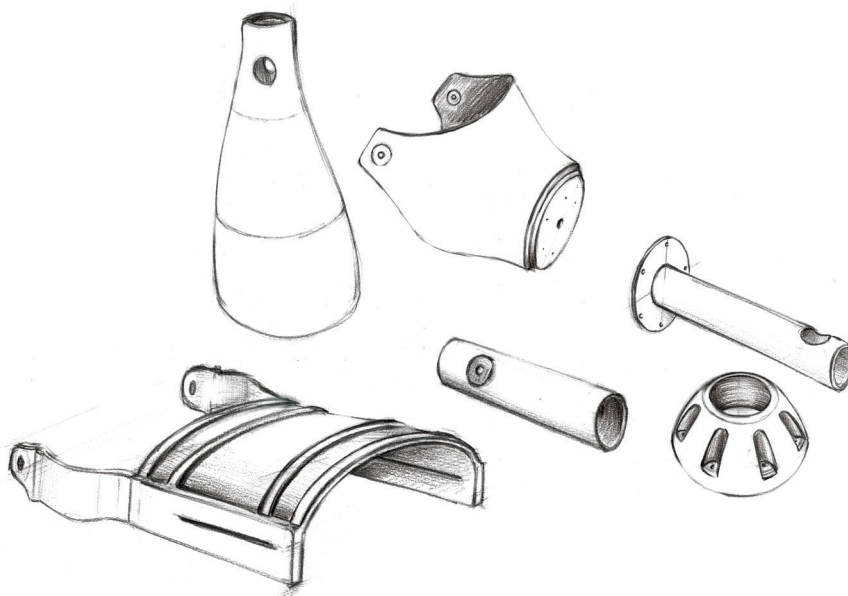


Fig. 21 - Componentes que integram a prótese; Fonte: Investigador (2016).

Com o refinamento do conceito e análise de próteses transradiais chega-se à conclusão da necessidade de integrar mais um componente doravante denominado Apoio de Braço que auxilia na ligação do Socket ao coto. O Apoio de Braço apoia-se sob o Triceps e através de uma fita de velcro que passa pelo Apoio de Braço, este fica preso ao Bíceps do amputado como demonstrado na figura 22.

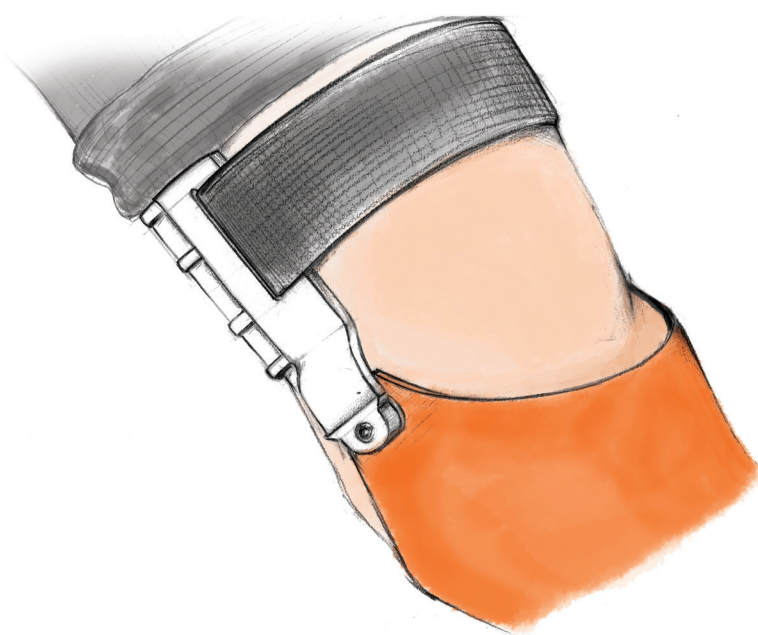


Fig. 22 - Utilização do velcro no Apoio de Braço como forma de prender a prótese ao Braço; Fonte: Investigador (2016).

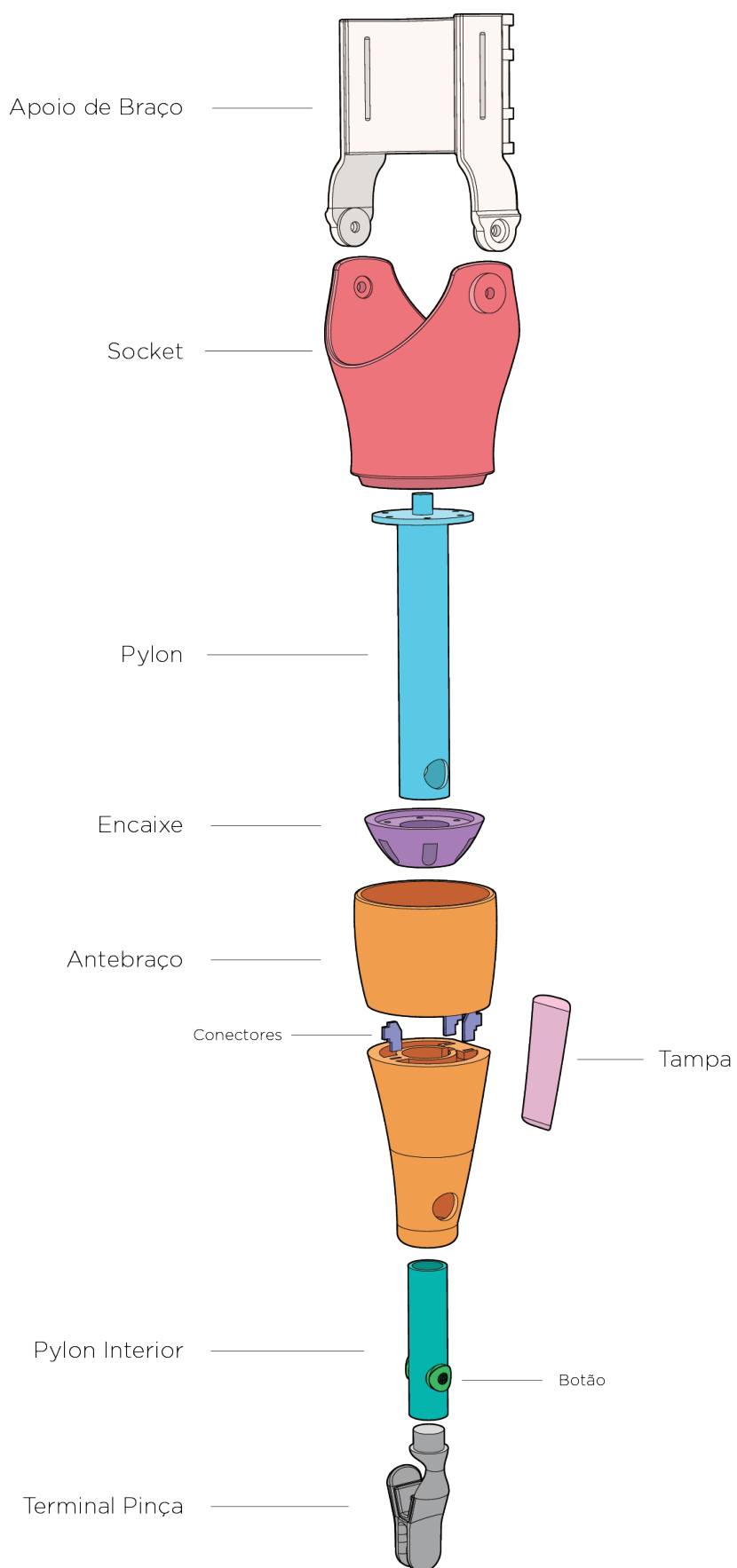


Fig. 23 - Perspectiva Explodida dos componentes da prótese; *Fonte: Investigador (2016).*



Com o desenvolvimento dos componentes e posterior análise funcional, é necessária a sua compreensão estrutural e de que formas se podem ligar estes elementos entre si. Para tal, dá-se início à modelação tridimensional através da ferramenta CAD - Rhinoceros.

Uma vez que não foi possível a participação de um amputado nesta fase, as medidas aqui aplicadas devem-se ao estudo antropométrico a partir do qual foi possível a compreensão e noção de medidas gerais aplicadas para este modelo.

A ilustração presente na figura 23 é um esquema geral dos componentes que caracterizam a prótese nesta fase.

O Socket e Apoio de Braço são os componentes que serão sempre moldados e ajustados para cada amputado. Já o Pylon definirá o comprimento da prótese.

A peça de Antebraço é definida pelo comprimento do Pylon, servindo de protecção e cobertura estética do mesmo. É uma peça que pode ser dividida em quatro justamente para a simplificação do processo de impressão tornando-o mais rápido e menos custoso, para tal a utilização de peças que fazem a conexão entre as várias peças que compõe o Antebraço. Esta peça pode ser customizada e desenhada consoante o desenho do utilizador uma vez que a única função que cumpre é cobrir esteticamente o Pylon.

A utilização da peça Pylon Interior mais o Terminal Pinça funcionam como uma peça única, perfazendo um Terminal. Este terminal encaixa no Pylon através de um sistema de mola semelhante ao sistema de travão que encontramos nas muletas utilizando os dois botões que se encontram na superfície do Pylon Interior como se pode verificar nas figuras 24 e 25.

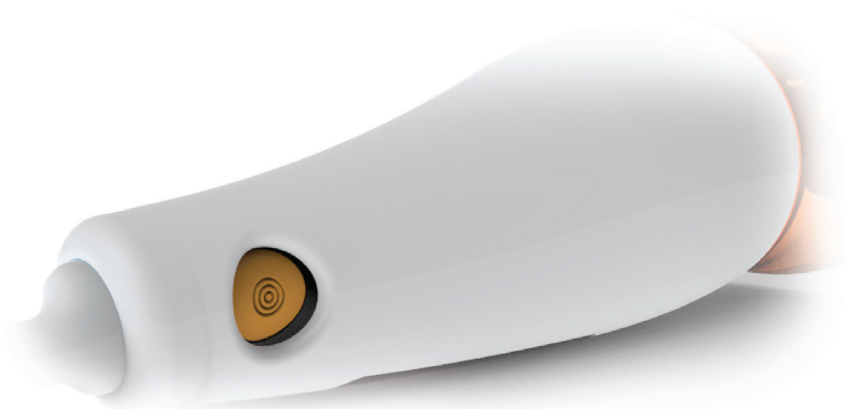
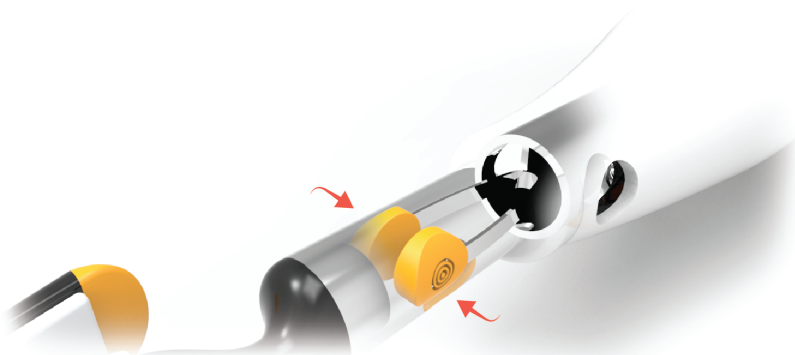


Fig. 24 - Pormenor do botão no interior do Antebraço; Fonte: Investigador (2016).



Pressionar os botões para remover o terminal.

Fig. 25 - Ilustração da remoção do Pylon Interior do Pylon e Antebraço; Fonte: Investigador (2016).

O Terminal Pinça é de uma pequena dimensão e funciona como uma mola, através do auxílio da outra mão do amputado, este consegue utilizar objectos de dimensões reduzidas como por exemplo uma caneta, demonstrada na figura 28.

Este terminal possui várias zonas aborrachadas para permitir melhor aderência de objectos e para proteger o próprio terminal de possíveis embates com outros objectos, reduzindo a probabilidade de danificação do terminal. Para a impressão deste componente recomenda-se a utilização da tecnologia de impressão por Polyjet uma vez que esta tecnologia permite a mistura de matérias elásticas com polímeros o que por sua vez permitirá o bom funcionamento do terminal.

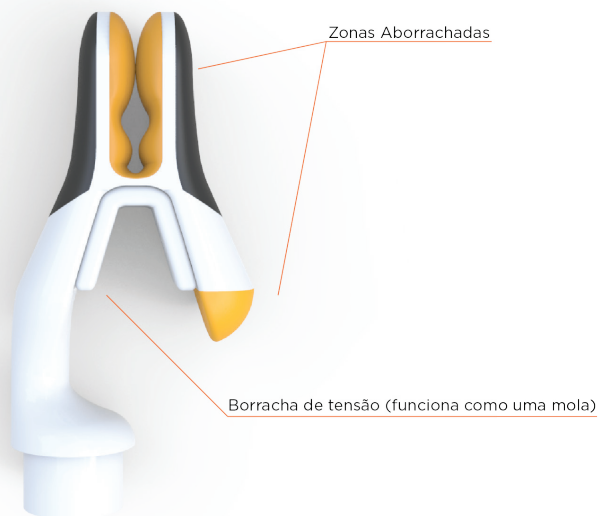


Fig. 26 - Terminal Pinça;  
Fonte: Investigador (2016).

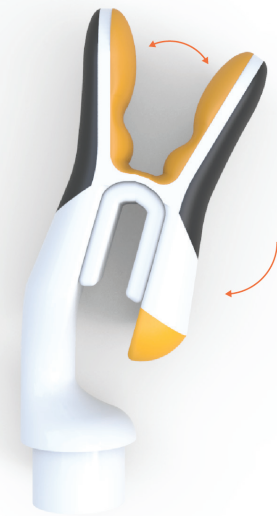


Fig. 27 - Terminal alcance de Abertura;  
Fonte: Investigador (2016).

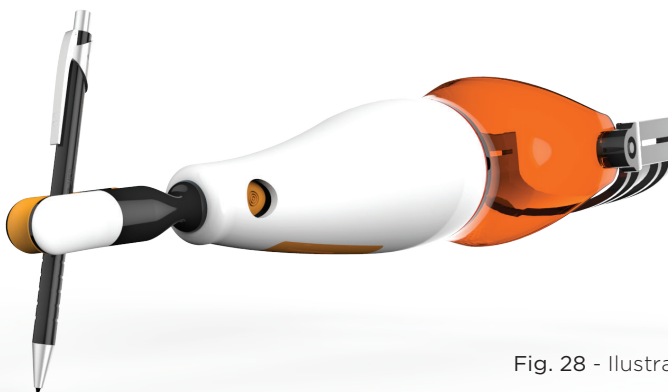


Fig. 28 - Ilustração da prótese em funcionamento;  
Fonte: Investigador (2016).

Seguem-se várias imagens de prototipagem digital recorrendo à renderização do modelo desenhado em CAD.



Fig. 29, 30, 31, 32 & 33 - Renders da Prótese com vários acabamentos e cores; *Fonte: Investigador (2016).*

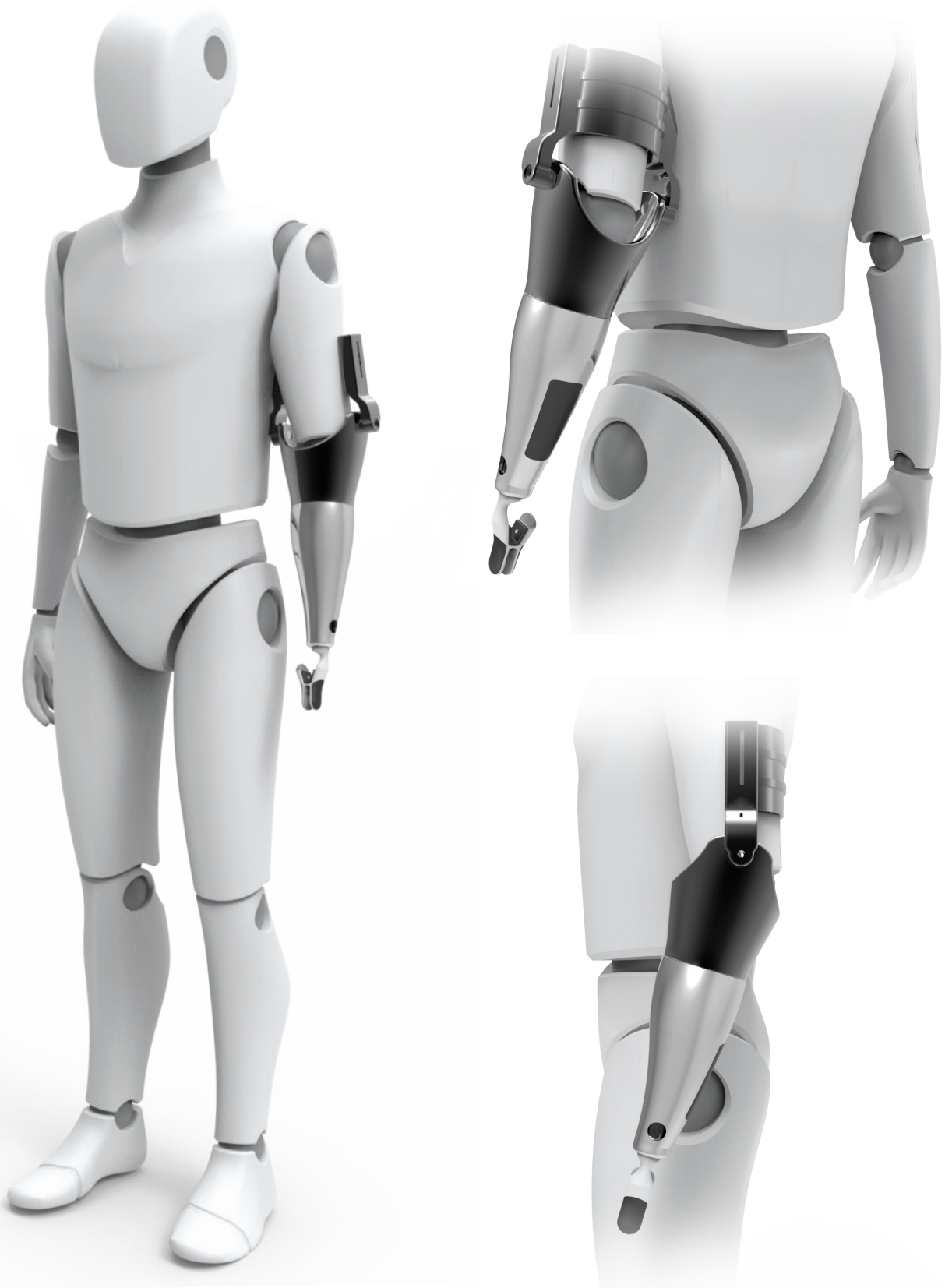


Fig. 34, 35 & 36 - Renders da Prótese vestida num manequim. Fonte: Investigador (2016);  
Fonte Manequim: < <https://grabcad.com/library/jarde-dummy-1> >

### 3.1.4 - PROTOTIPAGEM

Após a criação do modelo final, passa-se à maquetização do mesmo em impressão 3D, numa máquina Bee The First através de impressão por FDM utilizando PLA como material. Devido às limitações de impressão da máquina não foi possível colocar o terminal pinça desenvolvido em pleno funcionamento.

Com a impressão 3D pode-se produzir próteses que se ajustem perfeitamente ao corpo do utilizador. Esta tecnologia, quando aplicada em simultâneo com processos de digitalização a tempo real, consegue reduzir não só o tempo de espera, como também libertar o paciente da necessidade constante da sua presença durante o processo de fabrico (Herbert et al., 2005).

Não foi possível a impressão do componente terminal com base na tecnologia de PolyJet da Stratasys, o que impossibilita o funcionamento total deste componente, limitando o funcionamento geral da prótese, uma vez que esta impressora possibilita a mistura de materiais polímeros com elastómeros permitindo a criação de componentes flexíveis e com efeito de mola (Stratasys Ltd, 2016).



Seguem-se fotografias que mostram o resultado da impressão 3D nesta fase.

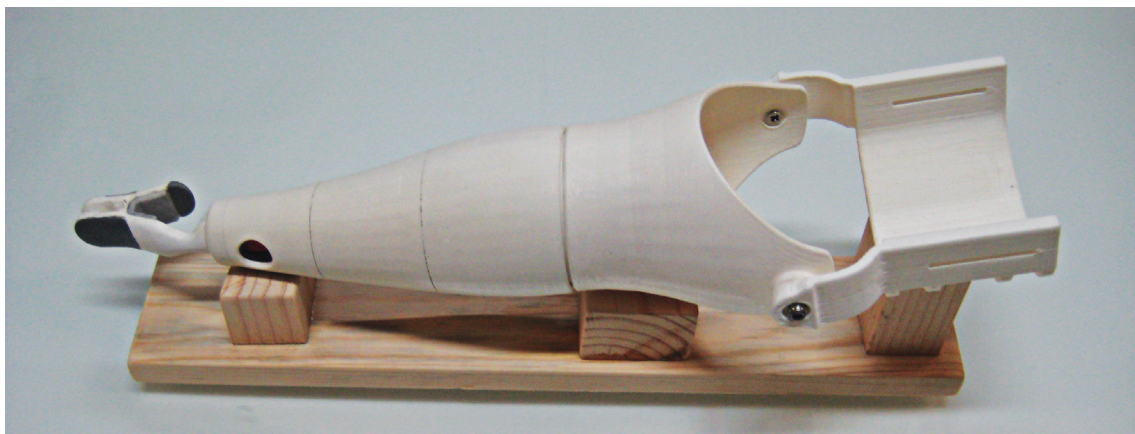
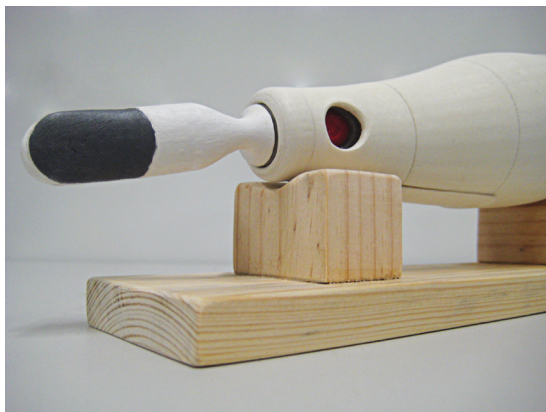


Fig. 37, 38, 39 & 40 - Fotografias da impressão 3D por FDM da prótese desenvolvida; Fonte: Investigador (2016).

**SUMÁRIO**

Neste capítulo foi abordada a fase de conceito e desenvolvimento da prótese e a sua maquete. Apesar de não ter sido possível o desenvolvimento da prótese para um caso real, esta foi feita com base em dados métricos obtidos através da literatura analisada no capítulo da antropometria. Pretende-se continuar o estudo e melhoria deste objecto desenvolvido nas próximas fases.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Herbert, Nicholas, David Simpson, William D. Spence, and William Ion.  
2005. "A Preliminary Investigation into the Development of 3D Printing of  
Prosthetic Sockets." *Journal of Rehabilitation Research and Development*  
42 (2): 141-46.

Stratasys Ltd, 2016. PolyJet Technology. Disponível em: <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/polyjet-technology>.



---

## **3.2: QUESTIONÁRIOS PARA AVALIAÇÕES EMOCIONAIS**

### **INTRODUÇÃO**

Neste capítulo realizaram-se questionários emocionais dos quais irão ser extraídas respostas emocionais a próteses. Pretende-se avaliar os tipos de reacções emocionais que são provocadas pela prótese desenvolvida, em comparação com aquelas provocadas por outras próteses semelhantes no mercado.

#### **3.2.1 - QUESTIONÁRIOS**

Após o desenvolvimento da prótese no capítulo anterior, sente-se a necessidade de explorar as reacções emocionais de pessoas face à prótese desenvolvida e a outras próteses. Para tal recorreremos à utilização do GEW (Geneva Emotion Wheel) já previamente abordado na literatura.

Foram feitos quarenta e oito questionários. No entanto devido à limitação de conseguir obter amputados para os questionários, este está feito para pessoas não amputadas, uma vez que a estigmatização de um amputado vem por vezes da opinião que os outros poderão ter do amputado.

Como tal criou-se uma narrativa em que o inquirido se coloca no papel de ter que adquirir uma prótese para um familiar seu e são colocadas três próteses no questionário emocional, dentro do qual cada pessoa terá que analisar cada prótese através do GEW utilizando apenas duas emoções para descrever o que sente ao visionar cada prótese.

Uma das próteses utilizada no questionário é a prótese desenvolvida neste trabalho no capítulo anterior, o motivo pelo qual foi aplicada neste questionário deve-se ao facto de se pretender a comparação directa com próteses semelhantes a nível visual e funcional, e pretende-se a resposta emocional por parte dos inquiridos de forma a obter conclusões comparativamente com as próteses já existentes no mercado.

Os questionários foram feitos presencialmente, a pessoas com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos e são constituído por três partes. Na primeira é feita a caracterização do inquirido, com idade, sexo, nível de escolaridade, situação profissional e actividades fora do contexto profissional.

Na segunda parte, é explicada a avaliação do GEW utilizando um exemplo de um telemóvel iPhone 7, visto que apenas se pretende que o inquirido compreenda a utilização do GEW em contexto de análise emocional de objectos, os resultados deste teste não serão apresentados nem avaliados, uma vez que não é esse o objectivo desta investigação.

Na terceira parte, é feita a análise separada de cada prótese com duas emoções do leque de vinte emoções disponíveis no GEW. Pretende-se nesta parte do questionário classificar-se emocionalmente cada uma das próteses através de uma resposta rápida e intuitiva.

### **3.2.2 - PRÓTESES SELECCIONADAS PARA O QUESTIONÁRIO**

Ir-se-á analisar a razão da selecção das seguintes duas próteses que fazem parte do questionário, identificando cada uma delas através das mesmas fotografias utilizadas nos questionários. Será dada uma breve explicação das características dessas próteses sem entrar em comparações directas ou de opinião entre elas



Fig. 41 - Prótese A - Prótese para Antebraço; Fonte: Investigador (2016)



Fig. 42 - Prótese B - Prótese para Antebraço - Terminal Gancho;  
Fonte: Hosmer



Fig. 43 - Prótese C - Prótese para Antebraço - AxonHook;  
Fonte: Ottobock

uma vez que esse não é o propósito do trabalho.

Pretende-se a comparação da prótese A com B e C de forma a obter algumas conclusões. A prótese B é de todas elas a mais comum, o que poderá ser familiar aos olhos dos inquiridos. Já a prótese C é um pouco mais avançada tecnologicamente e menos comum que as outras. A escolha destas três próteses recai nas semelhanças a nível funcional, a nível formal e as três apresentam um terminal em pinça/gancho.

### **3.2.3 - EXPLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO**

Ao longo da análise iremos comentar os resultados obtidos e mostraremos tabelas de forma a comparar os mesmos resultados. Como só se pôde inquirir três sujeitos amputados não foi possível extrair respostas claras para comparação com os sujeitos não amputados, dessa forma iremos analisar maioritariamente as tabelas das reacções dos sujeitos não amputados.

Como forma de compreender melhor os resultados, o questionário foi feito de três formas diferentes, mostrando as imagens de três ordens diferentes, ABC, BCA e CAB, foram inquiridas quinze pessoas para cada ordem de imagens. Inicialmente iremos analisar os dados gerais de cada prótese, de seguida os dados obtidos através das três ordens, comparar esses testes para perceber se a ordem com que as pessoas visionavam as próteses influencia ou não a seguinte prótese, e por último uma análise geral dos resultados das três próteses.

Foram inquiridas, 45 pessoas não amputados e 3 pessoas amputadas. Os não amputados inquiridos possuem idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos. Dos 45 não amputados 21 são do sexo feminino e 24 do sexo masculino.

Já os 3 amputados, as idades estão compreendidas entre os 19 e os 53 anos. Dois do sexo masculino e uma do sexo feminino, devido à escassez de pessoas amputadas disponíveis para o questionário aplicou-se o questionário pela ordem CAB, uma vez que o número de pessoas é reduzido o suficiente para se justificar a aplicação das três ordens, os resultados destes três questionários feitos aos amputados serão apresentados no fim numa tabela que compara as respostas às três próteses directamente.

Este breve questionário anónimo está integrado na dissertação de Mestrado em Design de Produto: "DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES: Design de uma prótese transradial"

Apenas demorará poucos minutos a preencher.

Verá um conjunto de fotografias de próteses para membros superiores e uma lista de emoções. Pretende-se que responda espontaneamente sobre a emoção que sente ao visionar cada uma das imagens.

Obrigado.

Idade: \_\_\_\_\_ anos

Sexo:

Masculino

☐

Feminino

☐

Nível de escolaridade:

Até ao 9º ano

☐

Até ao 12º ano

☐

Frequência de curso superior ou Licenciatura

☐

Está activo profissionalmente?

Sim

☐

Não

☐

Tem actividades fora do contexto profissional?

Culturais, humanísticas, desportivas ou outras

☐

Não tenho nenhuma

☐

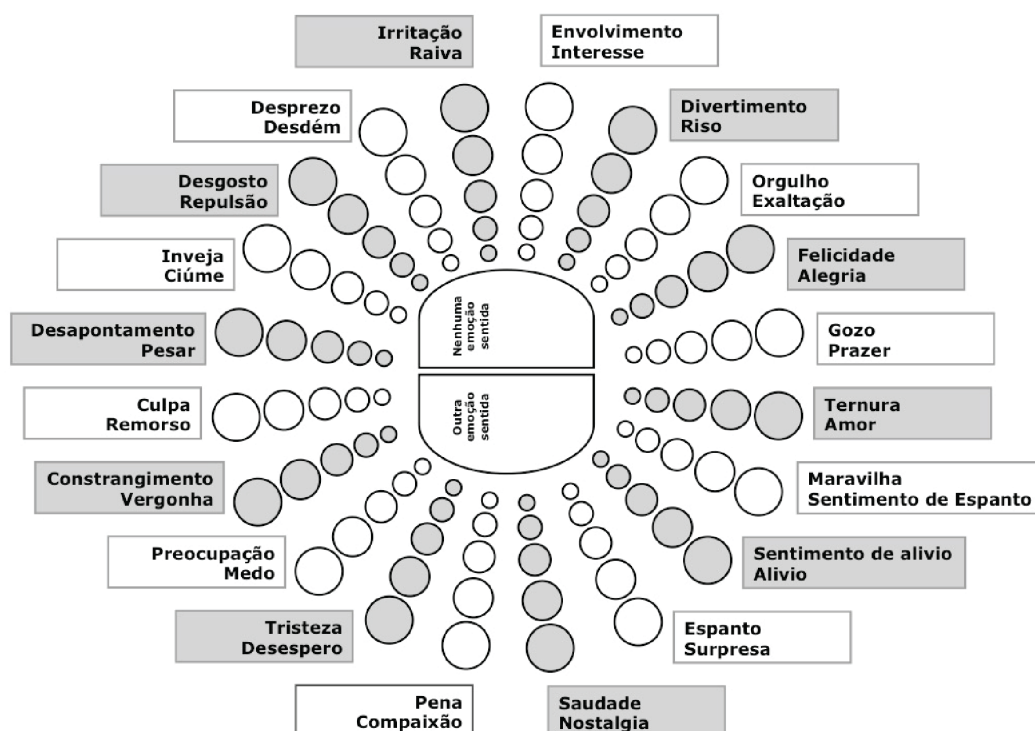


## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

Design de uma prótese transradial



PRÓTESE C



**3.2.4 - ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SOBRE O IMPACTO EMOCIONAL  
DAS PRÓTESES A AMPUTADOS E NÃO AMPUTADOS**

Geral - A	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	0	4	9	9	22
Divertimento / Riso	0	0	0	8	6	14
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	1	1
Felicidade / Alegria	0	2	7	8	5	22
Gozo / Prazer	0	1	1	2	3	7
Ternura / Amor	0	0	2	0	2	4
Maravilha / Sentimento de Espanto	1	1	1	0	1	4
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	2	2
Espanto / Supresa	1	1	1	2	2	7
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	1	0	3	0	4
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	0	0
Preocupação / Medo	0	0	1	0	0	1
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	0	0	0
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	1	0	0	1
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 2 - Tabela Geral dos Resultados obtidos na prótese A; *Fonte: Investigador (2016)*

Na tabela de resultados gerais obtidos para a prótese A, verificamos que apenas foram sentidas doze das vinte emoções apresentadas. Sendo que maioria das emoções sentidas se enquadram no patamar positivo das emoções do GEW, com nove emoções positivas e três emoções negativas.

Verifica-se um padrão reacções a emoções positivas com emoções como Envolvimento/Interesse e Felicidade/Alegria a obterem o maior número de reacções, vinte e duas cada. De seguida a terceira emoção mais sentida foi a de Divertimento/Riso. De salientar as reacções negativas como Pena/Compaixão, Preocupação/Medo e Desgosto/Repulsão, que apesar de não demonstrarem um número avolumado de reacções, foram as únicas reacções negativas obtidas.

Geral - B	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	2	1	1	2	0	6
Divertimento / Riso	0	0	0	0	0	0
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	0	0	0	0	0
Gozo / Prazer	0	0	0	0	0	0
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	0	0	0	0
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	0	0	0	0	1	1
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	1	1	3	5
Tristeza / Desespero	0	1	2	1	9	13
Preocupação / Medo	0	1	1	1	12	15
Constrangimento / Vergonha	0	3	2	1	8	14
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	1	0	3	4
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	1	1	3	10	15
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	3	3
Irritação / Raiva	0	1	0	0	0	1

Tabela 3 - Tabela Geral dos Resultados obtidos na prótese B; Fonte: Investigador (2016)

Na tabela de resultados gerais obtidos para a prótese B, verifica-se que apenas foram sentidas dez das vinte emoções do GEW. Estas, localizam-se sobretudo no patamar negativo das emoções. Sendo que oito das emoções reflectidas são negativas face duas emoções positivas.

Salientam-se emoções como Tristeza/Desespero, Preocupação/Medo, Constrangimento/Vergonha e Desgosto/Repulsão com um número de reacções sentidas muito semelhantes. Já no patamar das emoções positivas existem apenas sete reacções assinaladas a duas emoções, sendo que seis demonstradas são na emoção de Envolvimento/Interesse, e uma reacção em Espanto/Surpresa.

Geral - C	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	2	2	3	14	6	27
Divertimento / Riso	1	0	0	0	0	1
Orgulho / Exaltação	0	0	2	0	0	2
Felicidade / Alegria	0	0	0	2	0	2
Gozo / Prazer	0	1	4	0	0	5
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	2	0	4	0	1	7
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	1	1
Espanto / Supresa	2	0	4	5	1	12
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	2	2	0	3	7
Tristeza / Desespero	0	1	0	0	0	1
Preocupação / Medo	1	1	3	5	10	20
Constrangimento / Vergonha	0	0	1	1	0	2
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	1	1
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

**Tabela 4** - Tabela Geral dos Resultados obtidos na prótese C; *Fonte: Investigador (2016)*

Na tabela de resultados gerais obtidos para a prótese C, verifica-se que foram sentidas treze das vinte emoções sendo esta a prótese com mais emoções sentidas. Estas localizam-se na sua maioria no patamar positivo das emoções. Com oito emoções positivas e cinco negativas.

Salientam-se emoções como Envolvimento/Interesse com vinte e sete reações assinaladas, e Espanto/Surpresa com doze reações. Já no patamar das emoções negativas, salienta-se a de Preocupação/Medo, com um número avolumado de vinte reações.

### 3.2.4.1 - TABELAS GERAIS DAS ORDENS

De forma a perceber as oscilações que podem existir entre a ordem com as próteses eram apresentadas aos inquiridos, resumimos essas respostas na tabela 5, 6 e 7.

Comparação A - B - C (Ordem ABC)	A	B	C	
Envolvimento / Interesse	6	1	9	
Divertimento / Riso	1	0	1	
Orgulho / Exaltação	0	0	1	
Felicidade / Alegria	9	0	0	
Gozo / Prazer	2	0	3	
Ternura / Amor	0	0	0	
Maravilha / Sentimento de Espanto	2	0	4	
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	
Espanto / Supresa	4	0	4	
Saudade / Nostalgia	0	0	0	Sentimentos Positivos
Pena / Compaixão	4	2	1	Sentimentos Negativo
Tristeza / Desespero	0	5	0	
Preocupação / Medo	0	2	5	
Constrangimento / Vergonha	0	6	0	
Culpa / Remorso	0	0	0	
Desapontamento / Pesar	0	1	0	
Inveja / Ciúme	0	0	0	
Desgosto / Repulsão	1	10	1	
Desprezo / Desdém	0	1	0	
Irritação / Raiva	0	1	0	

**Tabela 5** - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários ABC;  
Fonte: Investigador (2016)

Na tabela 5, pela ordem ABC, a prótese A apresenta oito emoções, a B apresenta nove, e a C apresenta nove. Tanto a A como a C apresentam maioritariamente emoções positivas, com A a apresentar duas negativas e a C com três. Já a B apresenta maioritariamente reacções negativas.

<b>Comparação A - B - C</b> (Ordem BCA)	A	B	C	
Envolvimento / Interesse	8	1	5	
Divertimento / Riso	4	0	0	
Orgulho / Exaltação	1	0	1	
Felicidade / Alegria	4	0	2	
Gozo / Prazer	4	0	1	
Ternura / Amor	1	0	0	
Maravilha / Sentimento de Espanto	2	0	2	
Sentimento de Alívio / Alívio	1	0	1	
Espanto / Supresa	3	1	3	
Saudade / Nostalgia	0	0	0	Sentimentos Positivos
Pena / Compaixão	0	0	3	Sentimentos Negativo
Tristeza / Desespero	0	6	0	
Preocupação / Medo	1	7	10	
Constrangimento / Vergonha	0	4	1	
Culpa / Remorso	0	0	0	
Desapontamento / Pesar	0	2	0	
Inveja / Ciúme	0	0	0	
Desgosto / Repulsão	0	2	0	
Desprezo / Desdém	0	0	0	
Irritação / Raiva	0	0	0	

**Tabela 6** - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários BCA.  
Fonte: Investigador (2016)

Na tabela 6, ordem BCA, a prótese A apresenta dez emoções em vez das oito sentidas previamente. A B apresenta sete contra as nove sentidas na primeira ordem, e a C com dez contra nove sentidas na primeira ordem.

A prótese B apresenta novamente um maior número de reacções negativas, embora desta vez, a C apresente duas com maior número de reacções. Já a A, apresenta-se com nove reacções positivas, sendo que em cinco delas é superior tanto à B e C, e igual o número de reacções da C em outras quatro emoções.

Comparação A - B - C (Ordem CAB)	A	B	C	
Envolvimento / Interesse	8	4	13	
Divertimento / Riso	9	0	0	
Orgulho / Exaltação	0	0	0	
Felicidade / Alegria	8	0	0	
Gozo / Prazer	1	0	1	
Ternura / Amor	3	0	0	
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	1	
Sentimento de Alívio / Alívio	1	0	0	
Espanto / Supresa	0	0	5	
Saudade / Nostalgia	0	0	0	Sentimentos Positivos
Pena / Compaixão	0	3	3	Sentimentos Negativo
Tristeza / Desespero	0	2	1	
Preocupação / Medo	0	6	4	
Constrangimento / Vergonha	0	4	1	
Culpa / Remorso	0	0	0	
Desapontamento / Pesar	0	1	0	
Inveja / Ciúme	0	0	0	
Desgosto / Repulsão	0	8	0	
Desprezo / Desdém	0	2	0	
Irritação / Raiva	0		0	

**Tabela 7** - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários CAB.  
Fonte: Investigador (2016)

Na tabela 7, ordem CAB, a prótese A apresenta reacções a seis emoções, todas elas positivas. A prótese B apresenta oito emoções, com apenas uma positiva. E por último a prótese C apresenta reacções a oito emoções, sendo as emoções mistas, pois apresenta quatro emoções positivas e quatro negativas.

A prótese A apresenta-se com quatro emoções com resultados superiores, e com apenas uma emoção que iguala a prótese C. Já a prótese C, igual a prótese B numa das emoções negativas.

### 3.2.4.2 - ANÁLISE DAS ORDENS

Nas três ordens, independentemente da ordem que fosse feita a prótese B apresenta sempre um maior número de reacções negativas que as outras duas próteses. Porém na ordem CAB, esta adquire um maior número de reacções na emoção Envolvimento / Interesse, com quatro reacções, contra duas reacção nas outras duas ordens, uma reacção demonstrada em cada ordem. Na ordem BCA, apresenta ainda reacções a duas emoções positivas, no entanto nas outras duas ordens só apresenta em apenas uma emoção.

A prótese C, apresenta maioritariamente reacções a emoções positivas, apresentando reacções a três emoções negativas nas ordens ABC e BCA, e quatro emoções negativas na ordem CAB. Nas ordens ABC e CAB apresenta sempre melhores reacções na emoção de Envolvimento/Interesse. Na ordem ABC, supera em número de reacções a emoções positivas às outras duas próteses. Porém na ordem BCA apenas consegue igualar a prótese A em quatro emoções positivas. Na ordem ABC tem uma emoção negativa com mais reacções que a prótese B e na ordem BCA possui duas emoções negativas com mais reacções.

A prótese A apenas na ordem ABC apresenta uma emoção negativa com mais reacções que as outras próteses. Demonstrando um maior número de reacções a emoções positivas na ordem BCA e CAB. Na ordem ABC esta iguala o número de reacções em duas das emoções positivas da prótese C, na ordem BCA, iguala a prótese C em quatro emoções e na ordem CAB iguala em uma emoção.



Conclui-se que a ordem pela qual as próteses eram mostradas afectavam as emoções resultantes. A prótese B acaba por afectar sempre as reacções às próteses seguintes, na ordem ABC, a prótese B faz com que a prótese C possua um maior número de reacções positivas.

O mesmo se verifica na ordem BCA, que apesar de avaliar-se a prótese C com duas emoções negativas com mais reacções, esta permite à prótese que se seguiu, a prótese A, possuir um maior número de reacções positivas, tendo agido como um elemento que neutralizou o impacto negativo provocado pela prótese B.

Já na ordem CAB, a prótese C alavanca novamente as reacções positivas à prótese A, tornando-as muito semelhantes em termos de reacções.

A primeira prótese que se apresentasse surge sempre com um número maior de reacções negativas em relação às outras próteses, este padrão verifica-se na prótese A na ordem ABC e na prótese C na ordem CAB. Porém na ordem BCA, a prótese B, afecta negativamente a prótese C nos sentimentos Pena/Compaixão e Preocupação/Medo. A prótese B, apresenta resultados muito semelhantes nas três ordens possuindo maioritariamente reacções negativas.

**3.2.5 - ANÁLISE GERAL**

Comparação A - B - C	A	B	C	
Envolvimento / Interesse	22	6	27	
Divertimento / Riso	14	0	1	
Orgulho / Exaltação	1	0	2	
Felicidade / Alegria	22	0	2	
Gozo / Prazer	7	0	5	
Ternura / Amor	4	0	0	
Maravilha / Sentimento de Espanto	4	0	7	
Sentimento de Alívio / Alívio	2	0	1	
Espanto / Supresa	7	1	12	
Saudade / Nostalgia	0	0	0	Sentimentos Positivos
Pena / Compaixão	4	5	7	Sentimentos Negativo
Tristeza / Desespero	0	13	1	
Preocupação / Medo	1	15	20	
Constrangimento / Vergonha	0	14	2	
Culpa / Remorso	0	0	0	
Desapontamento / Pesar	0	4	0	
Inveja / Ciúme	0	0	0	
Desgosto / Repulsão	1	15	1	
Desprezo / Desdém	0	3	0	
Irritação / Raiva	0	1	0	

**Tabela 8** - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários;*Fonte: Investigador (2016)*

Podemos comparar os resultados gerais pela tabela de comparação 8, onde estão assinalados os sentimentos com mais reacções entre as três próteses. Ao comparar os resultados é possível perceber que a prótese A e C, obtiveram mais reacções positivas face a prótese B.

Tal deve-se às suas diferenças a nível estético, sendo que reacções como Divertimento/Riso, Felicidade/Alegria devem-se maioritariamente ao nível estético das próteses A e C, por apresentarem uma forma mais clean.

No entanto a prótese A, devido à utilização de cor, obtém menos reacções no Envolvimento/Interesse, obtendo mais em Divertimento/Riso, Felicidade/Alegria e Ternura/Amor comparando com as emoções demonstradas na C.

Já as reacções negativas, como Preocupação/Medo, Constrangimento/Vergonha, Desgosto/Repulsão serão demonstradas devido à natureza do objecto e os inquiridos podem ter demonstrado maior sensibilidade perante a situação, sendo esta a provável justificação para a quantidade de reacções demonstradas em Preocupação/Medo na prótese C e como mencionado anteriormente, nas ordens dos questionários, a prótese C saia sempre prejudicada quando colocada a seguir à prótese B.

A prótese A, ultrapassa as outras duas próteses em termos de emoções positivas, com quatro emoções com mais reacções positivas, já a prótese C fica com três resultados positivos com mais reacções que a prótese A.

Nas emoções negativas, a prótese B obtém seis reacções nas quais ultrapassa as outras duas próteses, e de seguida a prótese C com duas emoções com mais reacções que a prótese B.

A prótese B apresenta resultados negativos no teste, muito devido à sua forma e estética, que apesar de poder ser mais familiar às pessoas por ser uma prótese mais comum que as

outras duas, pensava-se não obter reacções tão negativas como é apresentado nos resultados. A sua frieza estética e formal apontam-se como as principais causas para estes resultados negativos.

Já as próteses A e C apresentam resultados positivos no teste, sendo que a prótese A não foi tão prejudicada pelas ordens como as outras duas próteses, tal deve-se como já mencionado, à sua simplicidade formal e pela utilização da cor, neste caso o laranja, que deverá ter atenuado o impacto com o qual a prótese era analisada.

A prótese C, apesar de apresentar uma simplicidade formal e uma estética clean, terá provocado algumas reacções negativas, como Preocupação/Medo na qual se destaca, devido à inexistência de elementos como a cor que possam suavizar a reacção por parte dos inquiridos.

### 3.2.5.1 - TABELA GERAL DOS QUESTIONÁRIOS AOS AMPUTADOS

Comparação A - B - C	A	B	C	
Envolvimento / Interesse	2	3	3	
Divertimento / Riso	1	0	0	
Orgulho / Exaltação	0	0	0	
Felicidade / Alegria	3	0	0	
Gozo / Prazer	0	0	1	
Ternura / Amor	0	0	0	
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	0	
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	
Espanto / Supresa	0	0	2	
Saudade / Nostalgia	0	0	0	Sentimentos Positivos
Pena / Compaixão	0	0	0	Sentimentos Negativo
Tristeza / Desespero	0	0	0	
Preocupação / Medo	0	3	0	
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	
Culpa / Remorso	0	0	0	
Desapontamento / Pesar	0	0	0	
Inveja / Ciúme	0	0	0	
Desgosto / Repulsão	0	0	0	
Desprezo / Desdém	0	0	0	
Irritação / Raiva	0	0	0	

**Tabela 9** - Tabela Geral dos Resultados obtidos nos questionários feitos aos amputados; *Fonte: Investigador (2016)*

Nos resultados demonstrados pela tabela geral dos questionários feitos aos amputados (tabela 9), existem respostas semelhantes aos questionários feitos aos inquiridos não amputados. A prótese A e C apresentam reacções a três emoções positivas, já a prótese B apresenta reacções a apenas duas emoções, uma positiva e uma negativa.

A prótese A, apresenta reacções a duas emoções semelhantes aos outros questionários com reacções em emoções como Envolvimento/Interesse, Divertimento/Riso e Felicidade/Alegria. A prótese C, apresenta emoções como Envolvimento/Interesse, Gozo/Prazer e Espanto/Surpresa. Já a prótese B, apresenta reacções nas emoções de Envolvimento/Interesse e Preocupação/Medo.

Os amputados inquiridos, demonstram maior Envolvimento/Interesse na prótese B e C, no entanto a prótese B, tenha provocado Preocupação/Medo. Já a prótese A e C tiveram reacções a emoções diferentes, tendo em comum apenas o Envolvimento/Interesse. A prótese B acaba por ter o mesmo número de reacções à emoção Envolvimento/Interesse que a C devido à condição dos inquiridos, que poderá ser significado de uma relação/contacto já pré-existente com próteses e daí também condicionar a prótese B com menor número de resultados negativos, apesar do resultado negativo existente, ser unânime.

## SUMÁRIO

Devido a limitações projectuais, os questionários foram feitos a apenas três amputados e a 45 pessoas não amputadas, estes 45, quinze por cada ordem. O estudo permitiu retirar conclusões e elaborar tabelas onde os dados podem ser observados de forma clara. Os resultados dos três amputados são escassos para retirar conclusões óbvias no entanto os resultados foram consistentes e semelhantes aos apresentados pelos inquiridos não amputados.

No geral a prótese C apresenta-se por ser uma prótese cujos inquiridos acharam a que provocava mais Envolvimento/ Interesse, a que provocou mais Sentimento de Espanto e Surpresa. A prótese A, apresenta-se por ser uma prótese que provoca mais emoções de Divertimento/Riso, Felicidade/Alegria, Gozo/Prazer, Ternura/Amor. E por último a prótese B, que se apresenta por ser uma prótese que revela muitas emoções negativas como Tristeza, Preocupação/Medo, Constrangimento, Repulsão. Em suma, a prótese A e C foram as próteses que acabam por ser preferidas pelos inquiridos.

Os resultados dos testes de forma geral permitem retirar algumas conclusões nomeadamente o primeiro contacto com uma prótese que poderá afectar negativamente a reacção de uma pessoa, a utilização de elementos estéticos poderá atenuar essas mesmas reacções, a questão da utilização de cor numa prótese poderá ser o factor interessante e que afectou positivamente a reacção dos inquiridos.

Não foram feitas tabelas de comparação de respostas entre género, idade e escolaridade, uma vez que não se verificaram diferenças notórias que pudessem fornecer dados relevantes para a criação de tabelas e sua posterior análise.

A limitação na obtenção de mais inquiridos amputados, condiciona as possíveis comparações entre os dois grupos apesar dos escassos resultados serem semelhantes com apenas um maior desvio para o Envolvimento/Interesse na prótese B, o que provavelmente será proveniente de um contacto prévio com próteses e com a questão da amputação.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sacharin, V. & Schlegel, K., Scherer, K.R., 2012. GEW Report August 13 2012.

Scherer, K.R., 1987. Toward a dynamic theory of emotion: The component process model of affective states. Geneva Studies in Emotion and Communication, 1(1), pp.1-98.

Scherer, K.R., 2005. What are emotion? And how can they be measured? Social Science Information Sur Les Sciences Sociales, 44(4), pp.695-729.



---

## **3.3: ANÁLISE E AJUSTES**

### **INTRODUÇÃO**

Após a maquete da prótese, é necessário retirar conclusões de forma a efectuar melhorias e ajustes ao projecto. A maquete permite identificar problemas e falhas relevantes para otimizar o projecto, juntamente com os testes emocionais foi possível desenvolver uma lista de requisitos para o desenvolvimento do projecto, de forma a melhorar o seu design e a sua funcionalidade, onde os componentes foram revistos de forma a poderem assim funcionar melhor conjuntamente.

#### **3.3.1 - ANÁLISE E AJUSTES**

Após uma revisão de todos os componentes e pequenos testes de funcionamento, descobriram-se algumas falhas no sistema, nomeadamente nos componentes de Pylon, Pylon Interior e Antebraço.

O sistema de mola e botões semelhante às muletas pensado no funcionamento do Pylon Interior como forma de o prender ao Pylon, demonstrou ser de difícil acesso aquando dentro do antebraço, assim como a existência de uma tampa que cobria uma parte do Antebraço para esconder os parafusos que prenderiam o Antebraço ao Pylon, apresentaram-se como os problemas mais óbvios e que precisariam de ser resolvidos. O componente Apoio de Braço, foi revisto de forma a possuir duas entradas de cada lado para um melhor ajusto com a fita de velcro.

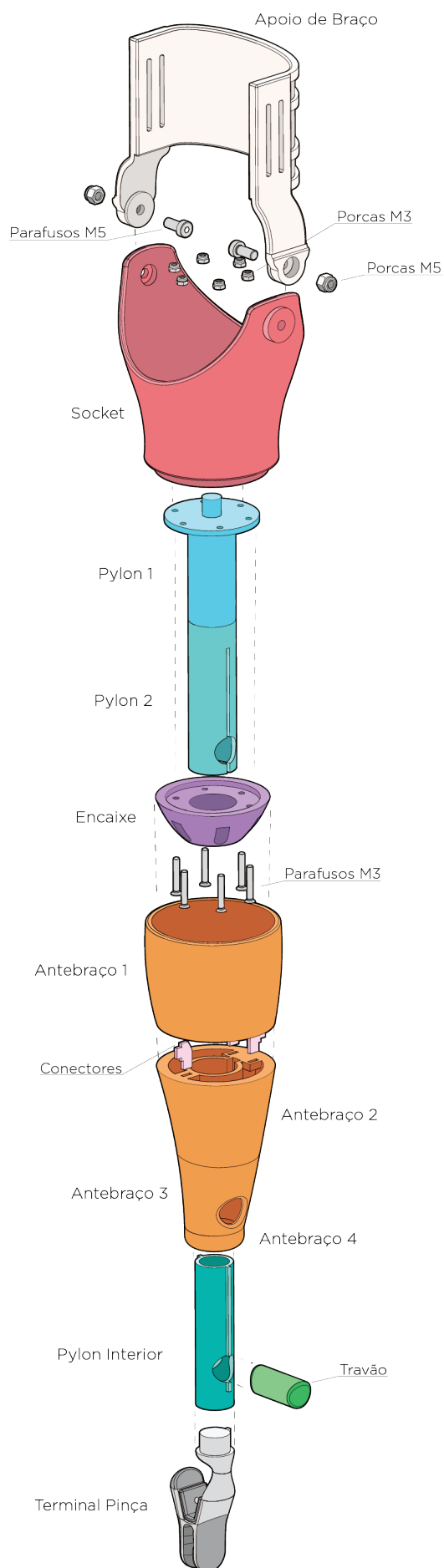


Fig. 46 - Perspectiva Explodida dos componentes da prótese; Fonte: Investigador (2016)

Os componentes Pylon Interior e Pylon 2 foram revistos, de forma a um poder entrar no outro sem o problema que acontecia previamente. A capacidade do Pylon Interior girar dentro do Pylon 2 até este estar no sítio onde o sistema de botões e mola fariam o encaixe criar desgaste a longo prazo no Pylon interior e nos botões. Podendo impossibilitar este sistema de encaixe de funcionar devidamente a médio - longo prazo.

Para tal criaram-se saliências no Pylon Interior e reentrâncias no Pylon 2, de forma a limitar o Pylon Interior a entrar de apenas duas formas. O encaixe entre o Pylon Interior e o Terminal sofreram pequenas alterações também, passando a existir uma saliência no Terminal e uma reentrância no Pylon Interior como demonstra a imagem Z, de forma a impedir a peça de Terminal de girar e sair da devida posição com a facilidade que poderia acontecer aquando esta alteração.

Eliminado o problema de encaixe entre estes três componentes Pylon 2, Pylon Interior e Terminal, era preciso solucionar o sistema que travasse o Pylon Interior no Pylon 2. Para tal, eliminou-se o sistema de botões e mola, que apresentaram problemas na inconsistência de funcionamento, e substituiu-se por uma nova peça denominada de Travão apresentada na imagem 46.

Esta peça, pensada para ser produzida em Polyjet poderá obter características de borracha que permitirá maior fricção entre o Pylon Interior e o Pylon 2 que fará a mesma função que o sistema anterior, no entanto simplificado e mais prático.

Ao pensar-se no problema de fixação do Antebraço ao Pylon, chegou-se à conclusão que a remoção do componente tampa

e dos parafusos para a sua fixação ao Pylon era algo necessário para a simplicidade e estética do Antebraço.

Para tal no componente travão foi acrescentado maior comprimento para que este pudesse chegar à superfície do antebraço. Assim, o componente travão acaba por prender o Antebraço e Pylon Interior ao Pylon 2. Eliminando a necessidade de existir um sistema de tampa ou parafusos para prender o componente Antebraço ao Pylon 2.

Ao eliminar estas características diminuíram-se também algumas das falhas na reprodução do Antebraço, verificadas aquando da sua impressão 3D, pois o componente Tampa tinha algumas dificuldades em fixar-se ao Antebraço, devido à escala e minuciosidade do componente.

Foram desenvolvidos ainda outros Antebraços, aumentando o leque inicial de opções que um amputado poderá ter na escolha desta prótese. As diferenças estéticas entre estes Antebraços em alguns casos são leves, outras são notórias. Para cada Antebraço, devido à variação do diâmetro existente na área onde o Travão é colocado, é necessário um Travão específico para cada Antebraço.

### 3.3.2 - PROTÓTIPO FINAL



Fig. 47, 48 & 49 - Renders finais da prótese; *Fonte: Investigador (2016)*



Fig. 50, 51, 52 & 53 - Renders finais da prótese com diferentes Antebraços; Fonte: Investigador (2016);  
Fonte Manequim: < <https://grabcad.com/library/jarde-dummy-1> >



## SUMÁRIO

Pós a análise feita à maquete produzida na fase de desenvolvimento, chegou-se à conclusão que o modelo em si necessitaria de ajustes a nível funcional e formal de alguns dos seus componentes. Os ajustes feitos vieram facilitar todos os encaixes feitos ao nível componente Pylon (1+2), esses encaixes permitem um melhor comportamento de componentes como Antebraço, que agora está fixado ao Pylon sem a necessidade de componentes extra como parafusos. Assim sendo, através de uma peça única, o Travão, será possível a remoção de dois componentes, o Terminal e se assim também desejado o Antebraço.

Do protótipo proposto, fica em dúvida o bom funcionamento dos terminais, que com apenas acesso financeiro e temporal a uma impressora de Polyjet, seria possível a prototipagem destes componentes e do Travão como desejado.

Como nota importante, a demonstração das emoções, feitas no questionário, com resultados positivos em emoções como Divertimento e Felicidade, algo a que a utilização de cor nos componentes poderá conferir a uma prótese de forma a reduzir o impacto negativo que esta poderá ter perante um utilizador e um não utilizador de próteses.



---

## CAPÍTULO 4: CONCLUSÕES FINAIS

### 4.1 - VERIFICAÇÃO DA PROPOSTA DE PROJECTO E SUAS CONCLUSÕES

**PROPOSTA DE PROJECTO:** Propõe-se a criação de um sistema de próteses que funcione através de extensões e módulos, proporcionando ao utilizador uma maior personalização da sua prótese nos vários componentes, através de forma, cor, padrões, texturas, e a avaliação as reacções emocionais que o modelo de prótese desenvolvido, provoca na sociedade.

Esta foi a definição da proposta formulada no decorrer da investigação de forma a resolver as questões de investigação, objectivos gerais e específicos do projecto prático.

O design de próteses é uma área abrangente que pode envolver várias áreas de conhecimento (biomecânica, antropometria, custo-benefício, design emocional, design centrado no utilizador, entre outras), no entanto, neste trabalho foi do interesse avaliar as reacções emocionais que o modelo de prótese desenvolvido, provocava na sociedade. As limitações deste trabalho centram-se no facto dos possíveis utilizadores não terem sido envolvidos, devido as dificuldades em encontrá-los.

A dificuldade em conseguir a participação directa de um amputado na realização da parte prática e consequentes testes funcionais fez com que impossibilitasse esses mesmos testes.

Contudo, tratando-se de uma dissertação de base prática, teve sempre como objectivo a definição de um conceito, suportado

por toda a contextualização realizada no Estado da Arte, esta teve sempre como objectivo a criação de uma prótese transradial e de todo o seu sistema de componentes de forma a que possa permitir uma customização por parte do amputado através de tecnologias disponíveis como ferramentas CAD e impressoras 3D. Todo o conhecimento adquirido na literatura permitiu e conferiu ferramentas para a criação deste sistema base que precisaria sempre de ser ajustado para cada amputado uma vez que existem sempre diferenças a nível corporal entre todos os seres humanos.

Através da maquete foi possível perceber a dimensão real do objecto de estudo e a realização de ajustes que derivaram das falhas projectuais apontadas na maquete. A inacessibilidade a nível temporal e financeiro a uma máquina de prototipagem Polyjet, impossibilitaram a impressão de alguns dos componentes da forma certa, nomeadamente o Terminal Pinça o que torna o protótipo apenas visual e não funcional.

Tentando seguir como metodologia o Design Centrado no Utilizador e não sendo possível a participação directa de um amputado, não foi possível a realização de um protótipo que pudesse ser testar e comprovar o bom funcionamento, assim sendo o modelo acaba apenas por ser testado a nível emocional através a realização dos questionário. No entanto seria interessante alongar estes questionários a um maior grupo de não utilizadores, com outras idades, de forma a perceber se o padrão se manteria ou não.

## **4.2 - RECOMENDAÇÕES PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS**

Após o término do desenvolvimento desta fase do projecto, sobressaem alguns pontos que podem ser de interesse para investigações futuras no âmbito do Design.

O acesso a um grupo de amputados que estivesse disponível para realizar testes a nível funcional permitiria uma maior facilidade em projectos desta natureza assim como agilizaria alguns dos processos de investigação.

Um maior e fácil acesso a máquinas de impressão 3D a nível de tempo e financeiro, permitiriam mais estudos formais e funcionais a projectos da escala do corpo humano / mão.

Seria de interesse desenvolver mais mecanismos/terminais, que pudessem compreender mais funções e corresponder a mais necessidades dos amputados, pois o facto de ter desenvolvido o sistema todo de raiz retirou algum tempo que seria necessário despende só e apenas para os terminais.

Seria ainda interessante explorar a componente de customização com mais alternativas e com base em propostas feitas por amputados.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadie, 1952. Historique de la Prothese.

Abras, C., Maloney-Krichmar, D. & Preece, J., 2004. User-centered design. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), pp.445-56.

Agarwal, A. & Meyer, A., 2009. Beyond usability: evaluating emotional response as an integral part of the user experience. Proceedings of the 27th international conference, pp.2919-2930.

Akpon, S.D., 2004. Pediatric Limb Deficiencies. The Children's Hospital, Denver.

Biddiss, E. & Chau, T., 2007. Upper-Limb Prosthetics. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 86(12), pp.977-987.

Binder, M. et al., 2016. Prosthetics in antiquity-An early medieval wearer of a foot prosthesis (6th century AD) from Hemmaberg/Austria. International Journal of Paleopathology, 12, pp.29-40.

Blijlevens, J., Creusen, M.E.H. & Schoormans, J.P.L., 2009. How consumers perceive product appearance: The identification of three product appearance attributes. International Journal of Design, 3(3), pp.27-35.

Bordegoni, M. et al., 2014. A method for bringing user experience upstream to design. Virtual and Physical Prototyping, 9(3), pp.181-194.

Borges, J.M. da P., 1967. Alguns dos aspectos mais importantes dos amputados.

Bowker, J.H., Michael, J.W. & American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992. Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles. , p.930.

British Society of Rehabilitation Medicine, 2003. Amputee and Prosthetic Rehabilitation – Standards and Guidelines, 2nd Edition; Report of the Working Party (Chair: Hanspal, RS),

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados.

Chilson, L., 2013. The Difference Between ABS and PLA for 3D Printing. ProtoParadigm Blog, pp.7-9.

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Desmet, P.M.A., Overbeeke, C.J. & Stefan, T., 2001. Designing products with added emotional value. The Design Journal, 4(1), pp.32-47.

Desmet, P., 2002. Designing emotions. Sites The Journal Of 20Th Century Contemporary French Studies, 6(2), pp.1-4.

Desmet, P. & Hekkert, P., 2007. Framework of product experience. International Journal of Design, 1(1), pp.57-66.

Evans, D., 2015. Polyjet 3D Printing Technology. fictive/hwg, p.1.

Folkerts, M., 2001. Wearing a Prosthesis a Parents Perspective.

Fouché, S., 1984. La Psychologie de L'Inferme.

Franke, N., Keinz, P. & Steger, C., 2010. Customization: A Goldmine or a Wasteland? GfK-Marketing Intelligence ..., 2(2), pp.26-33.

Frijda, N.H., 1986. The emotions,



Frøkjær, E., Hertzum, M. & Hornbæk, K., 2000. Measuring Usability : Are Effectiveness , Efficiency , and Satisfaction Really Correlated ? ACM CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems, 2(1), pp.345-352.

Furman, B., 1963. Progress in Prosthetics. Prosthetics Research Board, 59, pp.1632-3.

Gross, B.C. et al., 2014. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Analytical Chemistry, 86(7), pp.3240-3253.

Han, S.H. et al., 2000. Evaluation of product usability: Development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models. International Journal of Industrial Ergonomics, 26(January 2016), pp.477-488.

Hassenzahl, M., 2008. Aesthetics in interactive products: Correlates and consequences of beauty. Product Experience, (2008), pp.287-302.

Hassenzahl, M., 2008. User experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine on - IHM '08, pp.11-15.

Hekkert, P., 2006. Design aesthetics : principles of pleasure in design  
Design aesthetics : principles of pleasure in design. Psychology Science, 48(2), pp.157-172.

Herbert, Nicholas, David Simpson, William D. Spence, and William Ion. 2005. "A Preliminary Investigation into the Development of 3D Printing of Prosthetic Sockets." Journal of Rehabilitation Research and Development 42 (2): 141-46.

Horizonte, B., 2012. Programa : Design e Saúde. , pp.1-9.

Ilda, Itiro. 1992. "Ergonomia projetos e produção".

Jacobsen, J.M., 1998. Nursing's role with amputee support groups. *Journal of vascular nursing : official publication of the Society for Peripheral Vascular Nursing*, 16(2), pp.31-34.

Jiao, J. & Tseng, M.M., 2004. Customizability analysis in design for mass customization. *CAD Computer Aided Design*, 36(8), pp.745-757.

Jordan, P.W., 2005. *Designing Pleasurable Products: an introduction to the new human factors*.

Jordan, P.W., 1998. Human factors for pleasure in product use. *Applied Ergonomics*, 29(1), pp.25-33.

Kailes, J.I., 1985. Watch Your Language, Please! *Journal of Rehabilitation*, pp.51, 68-69.

Kessler, H., 1952. Rehabilitation of the amputee. *Journal of the American Medical Association*, 148(6), pp.436-438.

Kroll, J., 1985. Disability prevention and rehabilitation. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, pp.648-652.

Lake, C., 2011. Upper-Limb Prosthetics : Using Evidence-Based Practice to Enhance Patient Care Experiences. *The Academy TODAY*, pp.4-7.

Lampel, J. & Mintzberg, H., 1996. Customizing Customization. *Sloan Management Review*, 38(1), pp.21-30.

Lazarus, R.S., 1991. *Emotion & Adaptation*,

Lohman, T.G., Roche, A.F. & Martorell, R., 1988. *Anthropometric Standardization Reference Manual*,

Martin, J.L. et al., 2008. Medical device development: The challenge for ergonomics. *Applied Ergonomics*, 39(3), pp.271-283.

Meikle, B., Devlin, M. & Garfinkel, S., 2002. Interruptions to amputee rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(9), pp.1222-1228.

Mital, A. & Karwowski, W., 1988. *Ergonomics in Rehabilitation*,

More, P., 2013. 3D Printing Making the Digital Real. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 2(7), pp.1-4.

Murray, D., 1989. Problems in prosthetics. *Canadian family physician Medical de famille canadien*, 35, pp.309-312.

Naumann, A., & Wechsung, I. (2008). Developing Usability Methods for Multimodal Systems: The Use of Subjective and Objective Measures. *Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement (VUUM)* (pp. 8-12). Reykjavik: Institute of Research in Informatics of Toulouse (IRIT).

Nielsen, J., 1993. *Usability Engineering*,

Norman, D.A., 2004. Emotional design. *Ubiquity*, 2004(January), pp.28-30, 38, 43, 50, 59, 61, 64-66, 69-71, 76-83, 86.

Norman, D.A. & Draper, S.W., 1986. *User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction*.

Oliveira, A.C.G. & Barreiros, M.L. de V.B. de M., 1995. *Antropometria e Design Ergonómico*.

Omachonu, V.K., 2010. Innovation in Healthcare Delivery Systems : A Conceptual Framework. *The Innovation Journal*, 15(1), pp.1-20.

O'Neill, C., 2014. An advanced, low cost prosthetic arm. *Sensors*, 2014 IEEE, pp.494-498.

Panero, Julius, & Martin Zelnik. 1979. "Human Dimension & Interior Space".

Pasquina, P.F. et al., 2006. Advances in amputee care. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(3 SUPPL.), pp.34-43.

Rebelo, F. dos S., 2004. *Ergonomia no Dia a Dia*,

Rohan, P., 1985. Accident Facts. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, pp.28-30.

Romelio, Ciro, & Rodriguez Añez. n.d. "Antropometria Na Ergonomia," 1-7.

Roto, V., 2007. User experience from product creation perspective. Towards a UX Manifesto workshop, (Roto), pp.1-4.

Roto, V., Rantavuo, H. & Kaisa, V.-V.-M., 2009. Evaluating User Experience of Early product concepts. *International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces*, (October), pp.1-10.

Sacharin, V. & Schlegel, K., Scherer, K.R., 2012. GEW Report August 13 2012.

Scherer, K.R., 1987. Toward a dynamic theory of emotion: The component process model of affective states. *Geneva Studies in Emotion and Communication*, 1(1), pp.1-98.

Scherer, K.R., 2005. What are emotion? And how can they be measured? *Social Science Information Sur Les Sciences Sociales*, 44(4), pp.695-729.

Shih, B.-Y., Chen, C.-Y. & Chen, Z.-S., 2006. An Empirical Study of an Internet Marketing Strategy for Search Engine Optimization. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 16(1), pp.61-81.

Silveira, G. Da, 2001. Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal of Production Economics*, 72(1), pp.1-13.

Smith, D.G., 2006. Notes from the medical director. Congenital limb deficiencies and acquired amputations in childhood, part 3: prosthetic issues for children. *InMotion*, 16(3), p.56-61 5p.

Sobral, F., 1985. Curso de Antropometria,

Stone, R. & McCloy, R., 2004. Ergonomics in medicine and surgery. *BMJ : British Medical Journal*, 328(7448), pp.1115-1118.

Stratasys Ltd, 2016. PolyJet Technology. [Online]. Disponível em: <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/polyjet-technology>.

Thurston, A.J., 2007. Paré and Prosthetics: the Early History of Artificial Limbs. *ANZ Journal of Surgery*, 77(12), pp.1114-1119.

Tyagi, G. (NIC-M., 2005. Introduction to 3D Printing. *3D Printing Technology*, pp.3-52.

Vanderwerker Jr., E.E. & Vanderwerker, E.E., 1976. A Brief Review of the History of Amputations and Prostheses. *The Association of Children's Prosthetic-Orthotic Clinics: Inter-Clinic Information Bulletin*, 15(5), pp.15-16.

Wechsung, I. & Naumann, A.B., 2008. Evaluation methods for multimodal systems: A comparison of standardized usability questionnaires. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. pp. 276-284.

Wegge, K.P. & Zimmermann, D., 2007. Accessibility , Usability , Safety , Ergonomics : Concepts , Models , and Differences Ergonomics : Product Design. In Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity, p.pp.294-301.

Williams, A., 2009. User-centered design, activity-centered design, and goal-directed design. Proceedings of the 27th ACM international conference on Design of communication - SIGDOC '09, pp.1-8.

Yigiter, K. et al., 2005. Demography and function of children with limb loss. Prosthetics and orthotics international, 29(2), pp.131-8.

Zhou, F., Xu, Q. & Jiao, R.J., 2011. Fundamentals of product ecosystem design for user experience. Research in Engineering Design, 22(1), pp.43-61.

Ziefle, E.J., 2005. the Discipline of Human Factors of Contemporary Hfe Discipline 5 Paradigms for Ergonomics Congruence Between Integration of the National.

---

## BIBLIOGRAFIA

### AMPUTAÇÃO

Borges, J.M. da P., 1967. Alguns dos aspectos mais importantes dos amputados.

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados.

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Fouché, S., 1984. La Psychologie de L'Inferme.

Furman, B., 1963. Progress in Prosthetics. Prosthetics Research Board, 59, pp.1632-3. [Online]: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3052720>.

Jacobsen, J.M., 1998. Nursing's role with amputee support groups. Journal of vascular nursing : official publication of the Society for Peripheral Vascular Nursing, 16(2), pp.31-34.

Kailes, J.I., 1985. Watch Your Language, Please! Journal of Rehabilitation, pp.51, 68-69.

Kessler, H., 1952. Rehabilitation of the amputee. Journal of the American Medical Association, 148(6), pp.436-438. [Online]: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1952.02930060018005>.

Kroll, J., 1985. Disability prevention and rehabilitation. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, pp.648-652.

O'Neill, C., 2014. An advanced, low cost prosthetic arm. Sensors, 2014 IEEE, pp.494-498.

Rohan, P., 1985. Accident Facts. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, pp.28–30.

Yigiter, K. et al., 2005. Demography and function of children with limb loss. Prosthetics and orthotics international, 29(2), pp.131–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16281722>.

## **PRÓTESES E REABILITAÇÃO**

Abadie, 1952. Historique de la Prothese.

Akpon, S.D., 2004. Pediatric Limb Deficiencies. The Children's Hospital, Denver.

Biddiss, E. & Chau, T., 2007. Upper-Limb Prosthetics. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 86(12), pp.977–987. [Online]: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00002060-200712000-00004>.

Binder, M. et al., 2016. Prosthetics in antiquity-An early medieval wearer of a foot prosthesis (6th century AD) from Hemmaberg/Austria. International Journal of Paleopathology, 12, pp.29–40. [Online]: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpp.2015.11.003>.

Borges, J.M. da P., 1967. Alguns dos aspectos mais importantes dos amputados.

British Society of Rehabilitation Medicine, 2003. Amputee and Prosthetic Rehabilitation – Standards and Guidelines, 2nd Edition; Report of the Working Party (Chair: Hanspal, RS),

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados,



Folkerts, M., 2001. Wearing a Prosthesis a Parents Perspective. [Online]: <http://child-amputee.net/information/articles/wearing-a-prosthesis-a-parents-perspective/>.

Jacobsen, J.M., 1998. Nursing's role with amputee support groups. *Journal of vascular nursing : official publication of the Society for Peripheral Vascular Nursing*, 16(2), pp.31-34.

Kroll, J., 1985. Disability prevention and rehabilitation. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, pp.648-652.

Lake, C., 2011. Upper-Limb Prosthetics : Using Evidence-Based Practice to Enhance Patient Care Experiences. *The Academy TODAY*, pp.4-7.

Meikle, B., Devlin, M. & Garfinkel, S., 2002. Interruptions to amputee rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(9), pp.1222-1228.

Mital, A. & Karwowski, W., 1988. *Ergonomics in Rehabilitation*,

Murray, D., 1989. Problems in prosthetics. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 35, pp.309-312.

O'Neill, C., 2014. An advanced, low cost prosthetic arm. *Sensors*, 2014 leee, pp.494-498.

Pasquina, P.F. et al., 2006. Advances in amputee care. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(3 SUPPL.), pp.34-43.

Smith, D.G., 2006. Notes from the medical director. Congenital limb deficiencies and acquired amputations in childhood, part 3: prosthetic issues for children. *InMotion*, 16(3), p.56-61 5p. [Online]: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=rzh&AN=105918163&site=ehost-live>.

Thurston, A.J., 2007. Paré and Prosthetics: the Early History of Artificial Limbs. ANZ Journal of Surgery, 77(12), pp.1114–1119. [Online] <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1445-2197.2007.04330.x>.

Vanderwerker Jr., E.E. & Vanderwerker, E.E., 1976. A Brief Review of the History of Amputations and Prostheses. The Association of Children's Prosthetic-Orthotic Clinics: Inter-Clinic Information Bulletin, 15(5), pp.15–16. [Online]: [http://www.acpoc.org/library/1976\\_05\\_015.asp](http://www.acpoc.org/library/1976_05_015.asp).

## **ERGONOMIA E ANTROPOMETRIA**

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados,

Ilda, Itiro. 1992. “Ergonomia projetos e produção”.

Lohman, T.G., Roche, A.F. & Martorell, R., 1988. Anthropometric Standardization Reference Manual,

Ziefle, E.J., 2005. the Discipline of Human Factors of Contemporary Hfe Discipline 5 Paradigms for Ergonomics Congruence Between Integration of the National.

Martin, J.L. et al., 2008. Medical device development: The challenge for ergonomics. Applied Ergonomics, 39(3), pp.271–283.

Mital, A. & Karwowski, W., 1988. Ergonomics in Rehabilitation,

Oliveira, A.C.G. & Barreiros, M.L. de V.B. de M., 1995. Antropometria e Design Ergonómico.

Panero, Julius, & Martin Zelnik. 1979. “Human Dimension & Interior Space”.

Rebelo, F. dos S., 2004. Ergonomia no Dia a Dia,

Romelio, Ciro, & Rodriguez Añez. n.d. “Antropometria Na Ergonomia,” 1-7.

Shih, B.-Y., Chen, C.-Y. & Chen, Z.-S., 2006. An Empirical Study of an Internet Marketing Strategy for Search Engine Optimization. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 16(1), pp.61-81. [Online]: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Human+Motion+Simulation+for+Vehicle+and+Workplace+Design#1>.

Sobral, F., 1985. Curso de Antropometria,

Stone, R. & McCloy, R., 2004. Ergonomics in medicine and surgery. BMJ : British Medical Journal, 328(7448), pp.1115-1118.

## **USABILIDADE, UX E EMOTIONAL DESIGN**

Agarwal, A. & Meyer, A., 2009. Beyond usability: evaluating emotional response as an integral part of the user experience. Proceedings of the 27th international conference, pp.2919-2930. [Online]: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1520420>.

Blijlevens, J., Creusen, M.E.H. & Schoormans, J.P.L., 2009. How consumers perceive product appearance: The identification of three product appearance attributes. International Journal of Design, 3(3), pp.27-35.

Bordegoni, M. et al., 2014. A method for bringing user experience upstream to design. Virtual and Physical Prototyping, 9(3), pp.181-194. [Online]: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452759.2014.934574>.

Bowker, J.H., Michael, J.W. & American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1992. Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles. , p.930. [Online]: <http://www.oandplibrary.org/alp/chap14-01.asp>.

Carvalho, A.A. de, 1958. A recuperação funcional e a adaptação social dos amputados,

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Desmet, P., 2002. Designing emotions. Sites The Journal Of 20Th Century Contemporary French Studies, 6(2), pp.1-4. [Online]: <http://vufind.carli.illinois.edu/all/vf-sic/Record/10506814>.

Desmet, P.M.A., Overbeeke, C.J. & Stefan, T., 2001. Designing products with added emotional value. The Design Journal, 4(1), pp.32-47. [Online] <http://www.ingentaconnect.com/content/bloomsbury/dsgj/2001/00000004/00000001/art00004>.

Frijda, N.H., 1986. The emotions,

Frøkjær, E., Hertzum, M. & Hornbæk, K., 2000. Measuring Usability : Are Effectiveness , Efficiency , and Satisfaction Really Correlated ? ACM CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems, 2(1), pp.345-352.

Han, S.H. et al., 2000. Evaluation of product usability: Development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models. International Journal of Industrial Ergonomics, 26(January 2016), pp.477-488.

Hassenzahl, M., 2008. Aesthetics in interactive products: Correlates and consequences of beauty. Product Experience, (2008), pp.287-302.

Hassenzahl, M., 2008. User experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine on - IHM '08, pp.11-15. [Online]: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1512714.1512717>.

Hekkert, P., 2006. Design aesthetics : principles of pleasure in design. Design aesthetics : principles of pleasure in design. Psychology Science, 48(2), pp.157-172. [Online]: [http://www.pabst-publishers.de/psychology-science/2-2006/06\\_Hekkert.pdf](http://www.pabst-publishers.de/psychology-science/2-2006/06_Hekkert.pdf).

Jordan, P.W., 2005. Designing Pleasurable Products: an introduction to the new human factors., [Online]: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>.

Jordan, P.W., 1998. Human factors for pleasure in product use. Applied Ergonomics, 29(1), pp.25-33.

Lazarus, R.S., 1991. Emotion & Adaptation,

Naumann, A., & Wechsung, I. (2008). Developing Usability Methods for Multimodal Systems: The Use of Subjective and Objective Measures. Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement (VUUM) (pp. 8-12). Reykjavik: Institute of Research in Informatics of Toulouse (IRIT).

Norman, D.A., 2004. Emotional design. Ubiquity, 2004(January), pp.28-30, 38, 43, 50, 59, 61, 64-66, 69-71, 76-83, 86.

Roto, V., 2007. User experience from product creation perspective. Towards a UX Manifesto workshop, (Roto), pp.1-4. [Online]: <https://research.nokia.com/files/UXmanifesto-Roto.pdf>.

Roto, V., Rantavuo, H. & Kaisa, V.-V.-M., 2009. Evaluating User Experience of Early product concepts. International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces, (October), pp.1-10.

Sacharin, V. & Schlegel, K., Scherer, K.R., 2012. GEW Report August 13 2012.

Scherer, K.R., 1987. Toward a dynamic theory of emotion: The component process model of affective states. Geneva Studies in Emotion and Communication, 1(1), pp.1-98.

Scherer, K.R., 2005. What are emotion? And how can they be measured? Social Science Information Sur Les Sciences Sociales, 44(4), pp.695-729.

Smith, D.G., 2006. Notes from the medical director. Congenital limb deficiencies and acquired amputations in childhood, part 3: prosthetic issues for children. InMotion, 16(3), p.56-61 5p. [Online]: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=rzh&AN=105918163&site=ehost-live>.

Wechsung, I. & Naumann, A.B., 2008. Evaluation methods for multimodal systems: A comparison of standardized usability questionnaires. In Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). pp. 276-284.

Wegge, K.P. & Zimmermann, D., 2007. Accessibility , Usability , Safety , Ergonomics : Concepts , Models , and Differences Ergonomics : Product Design. In Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity, p.pp.294-301. [Online]: [http://factor-u.com/media/HCI07\\_WeggeZimmermann.pdf](http://factor-u.com/media/HCI07_WeggeZimmermann.pdf).

Zhou, F., Xu, Q. & Jiao, R.J., 2011. Fundamentals of product ecosystem design for user experience. Research in Engineering Design, 22(1), pp.43-61.

## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR

Abras, C., Maloney-Krichmar, D. & Preece, J., 2004. User-centered design. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), pp.445-56. [Online]: [http://uba-mobile.googlecode.com/svn/trunk/resources/Abras, Maloney-krichmar, Preece/Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks Sage Publications - Abrams, Maloney-Krichmar, Preece - 2004 - User-Centered Design.pdf](http://uba-mobile.googlecode.com/svn/trunk/resources/Abras_Maloney-krichmar_Preece_Bainbridge_W_Encyclopedia_of_Human-Computer_Interaction_Thousand_Oaks_Sage_Publications_-_Abrams_Maloney-Krichmar_Preece_-_2004_-_User-Centered_Design.pdf).

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Desmet, P. & Hekkert, P., 2007. Framework of product experience. International Journal of Design, 1(1), pp.57-66.

Hassenzahl, M., 2008. Aesthetics in interactive products: Correlates and consequences of beauty. Product Experience, (2008), pp.287-302.

Horizonte, B., 2012. Programa : Design e Saúde. , pp.1-9. [Online]: Programa: Design e Saúde.

Nielsen, J., 1993. Usability Engineering, [Online]: <http://www.useit.com/jakob/useengbook.html>.

Norman, D.A., 2004. Emotional design. Ubiquity, 2004(January), pp.28-30, 38, 43, 50, 59, 61, 64-66, 69-71, 76-83, 86.

Norman, D.A. & Draper, S.W., 1986. User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction, [Online]: <http://www.amazon.com/dp/0898598729>.

Omachonu, V.K., 2010. Innovation in Healthcare Delivery Systems : A Conceptual Framework. The Innovation Journal, 15(1), pp.1-20.

Williams, A., 2009. User-centered design, activity-centered design, and goal-directed design. Proceedings of the 27th ACM international conference on Design of communication - SIGDOC '09, pp.1-8. [Online]: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1621995.1621997>.

## **CUSTOMIZAÇÃO**

Costa, P.C.D.R., 2012. O Design de customização das cadeiras de rodas.

Franke, N., Keinz, P. & Steger, C., 2010. Customization: A Goldmine or a Wasteland? GfK-Marketing Intelligence ..., 2(2), pp.26-33. [Online]: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=18655866&AN=57668696&h=EBX/eSkSKXP+eI5ldW73y6le75NT5CclKtHdmNBIA/HlyJQwGOdSeicQ3BX-EQFnLr4QEWraqUCpv3yKdWxMxg==&crl=c>.

Jiao, J. & Tseng, M.M., 2004. Customizability analysis in design for mass customization. CAD Computer Aided Design, 36(8), pp.745-757.

Lampel, J. & Mintzberg, H., 1996. Customizing Customization. Sloan Management Review, 38(1), pp.21-30. [Online]: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=9702180916&site=ehost-live>.

Silveira, G. Da, 2001. Mass customization: Literature review and research directions. International Journal of Production Economics, 72(1), pp.1-13. [Online]: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527300000797>.



## PROTOTIPAGEM

Chilson, L., 2013. The Difference Between ABS and PLA for 3D Printing. ProtoParadigm Blog, pp.7-9. [Online]: <http://www.protoparadigm.com/blog/2013/01/the-difference-between-abs-and-pla-for-3d-printing/>.

Evans, D., 2015. Polyjet 3D Printing Technology. fictive/hwg, p.1. [Online]: <https://hwg.fictiv.com/fabricate/polyjet-3d-printing-technology>.

Gross, B.C. et al., 2014. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Analytical Chemistry, 86(7), pp.3240-3253.

More, P., 2013. 3D Printing Making the Digital Real. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, 2(7), pp.1-4.

Stratasys Ltd, 2016. PolyJet Technology. [Online]: <http://www.stratasys.com/3d-printers/technologies/polyjet-technology>.

Tyagi, G. (NIC-M., 2005. Introduction to 3D Printing. 3D Printing Technology, pp.3-52.



---

## **APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS & TABELAS DE RESUMO**



## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

### Design de uma prótese transradial

Este breve questionário anónimo está integrado na dissertação de Mestrado em Design de Produto: "DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES: Design de uma prótese transradial"

Apenas demorará poucos minutos a preencher.

Verá um conjunto de fotografias de próteses para membros superiores e uma lista de emoções. Pretende-se que responda espontaneamente sobre a emoção que sente ao visionar cada uma das imagens.

Obrigado.

---

Idade: \_\_\_\_\_ anos

Sexo:

Masculino

☐

Feminino

☐

Nível de escolaridade:

Até ao 9º ano

☐

Até ao 12º ano

☐

Frequência de curso superior ou Licenciatura

☐

Está activo profissionalmente?

Sim

☐

Não

☐

Tem actividades fora do contexto profissional?

Culturais, humanísticas, desportivas ou outras

☐

Não tenho nenhuma

☐

## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

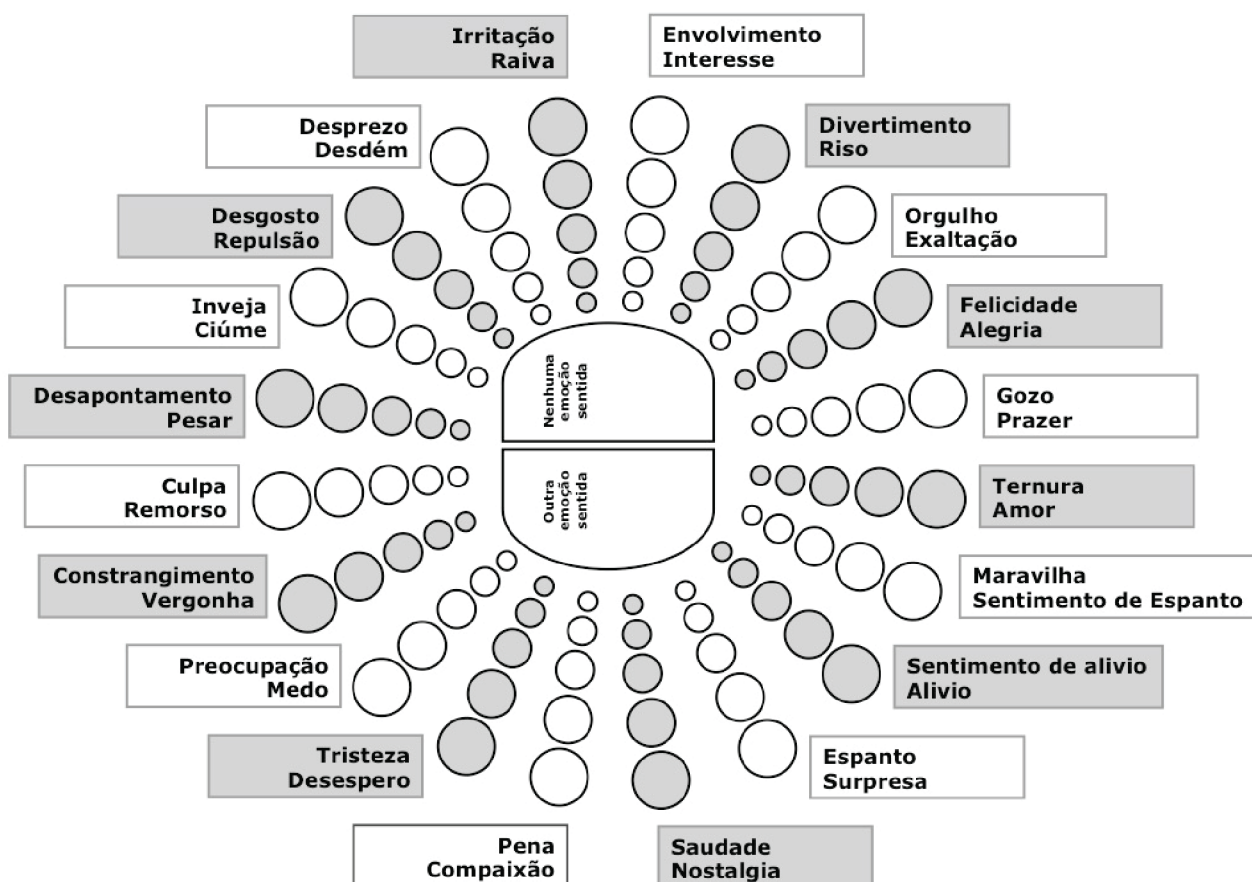
### Design de uma prótese transradial

Neste questionário irá responder com base no *Geneva Emotion Wheel*, exemplificado na imagem abaixo.

Um familiar seu, sofreu uma amputação no membro superior ao nível do antebraço na sua infância, no entanto ele está descontente com a sua prótese actual, como tal, você gostaria de lhe oferecer uma prótese no seu 25º aniversário que se aproxima.

O que verá a seguir serão 3 imagens de próteses, e irá analisá-las individualmente, terá cerca de 10 segundos para analisar cada imagem e avaliar cada uma através de apenas **dois dos sentimentos** que esta lhe provocar. Irá assinalar esses sentimentos e a intensidade com que os sente na roda emocional correspondente a cada imagem.

Como teste, para se habituar ao *GEW* e a todas as emoções disponíveis, irá em primeiro lugar analisar um telemóvel moderno.

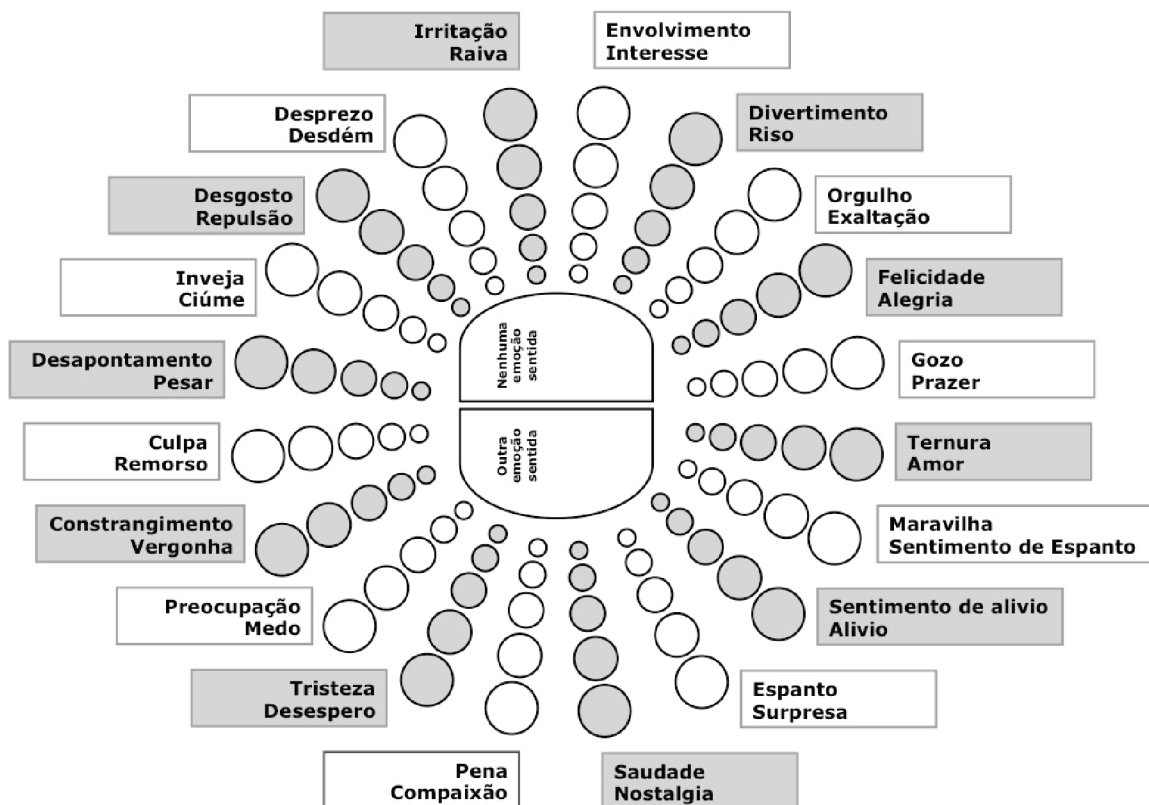


## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

Design de uma prótese transradial



EXEMPLO

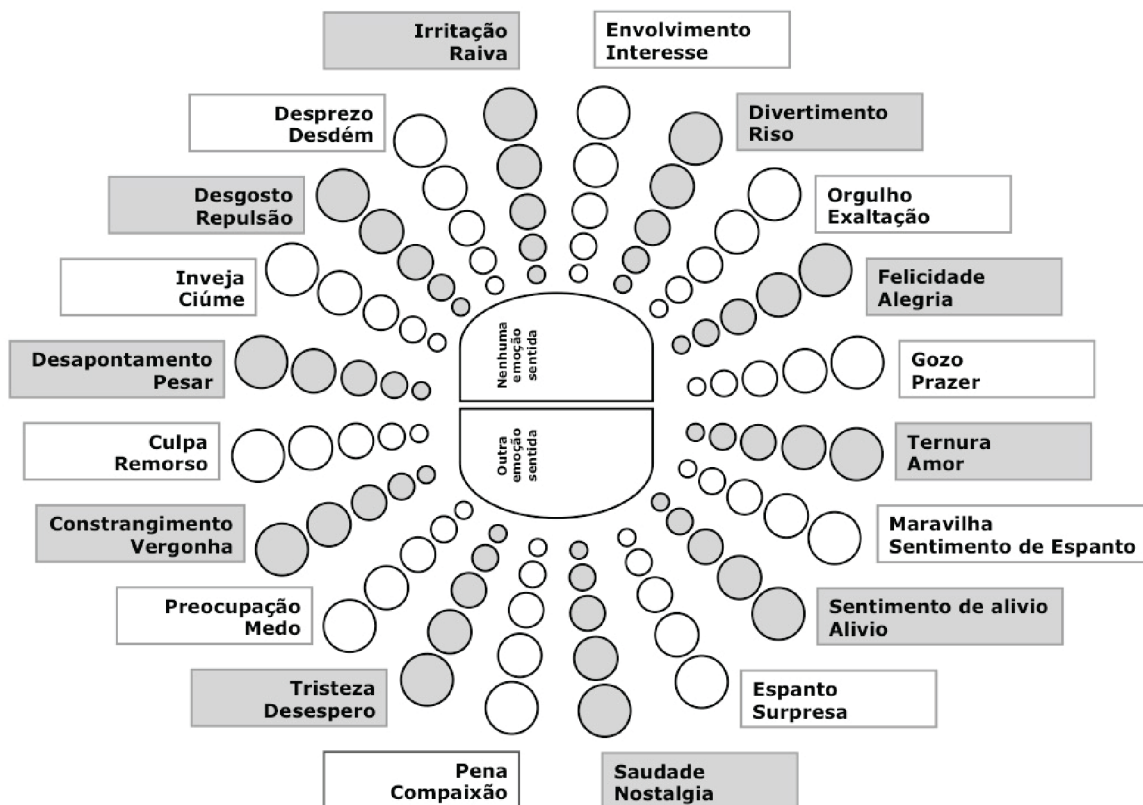


## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

Design de uma prótese transradial



PRÓTESE A



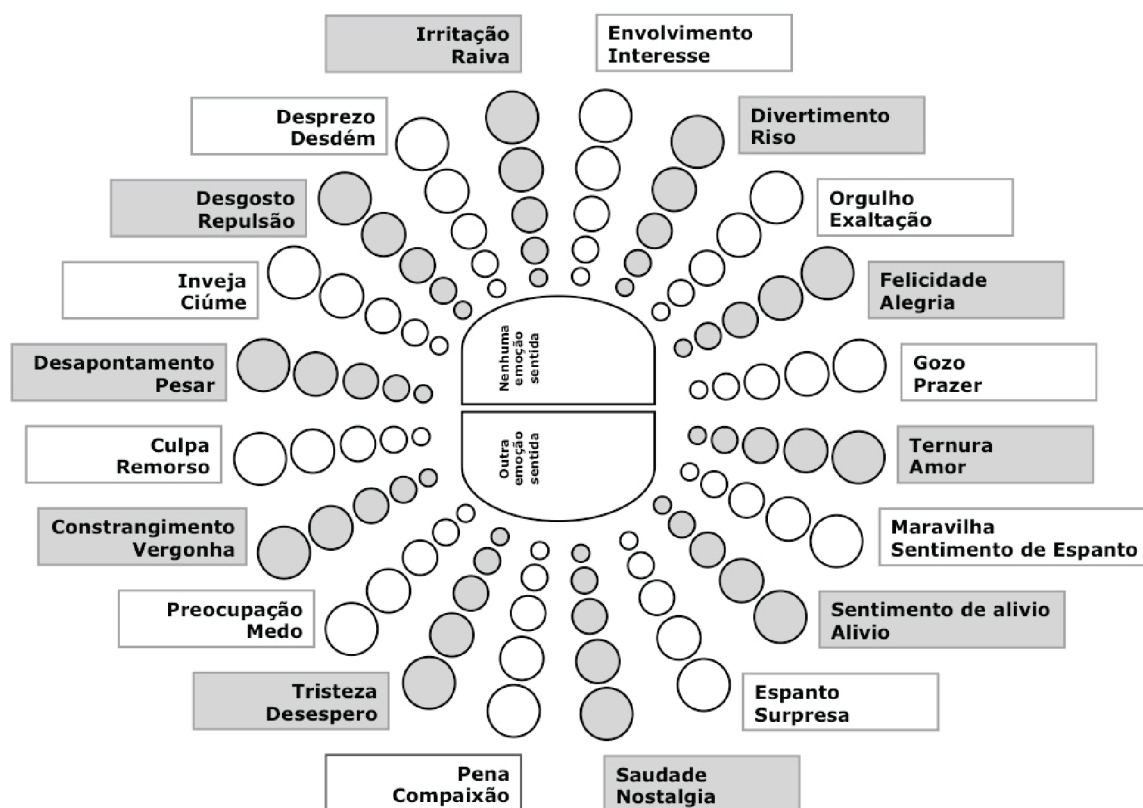


## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

Design de uma prótese transradial



PRÓTESE B

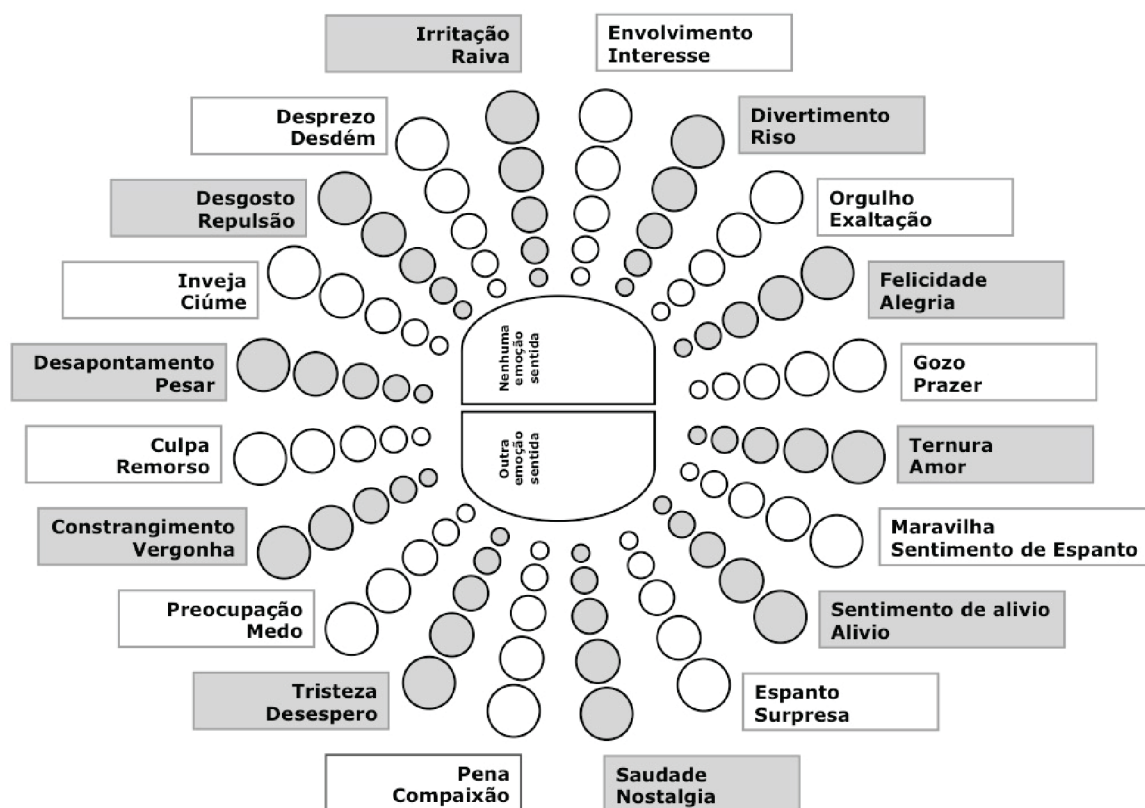


## DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES

Design de uma prótese transradial



PRÓTESE C



## TABELAS DE RESUMO DOS QUESTIONÁRIOS

A - Ordem ABC	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	0	2	2	2	6
Divertimento / Riso	0	0	0	1	0	1
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	2	5	2	0	9
Gozo / Prazer	0	1	1	0	0	2
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	1	1	0	0	0	2
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	1	1	1	1	0	4
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	1	0	3	0	4
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	0	0
Preocupação / Medo	0	0	0	0	0	0
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	0	0	0
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	1	0	0	1
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 10 - Tabela dos resultados obtidos na prótese A na ordem ABC;  
Fonte: Investigador (2016)

B - Ordem ABC	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	1	0	0	0	0	1
Divertimento / Riso	0	0	0	0	0	0
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	0	0	0	0	0
Gozo / Prazer	0	0	0	0	0	0
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	0	0	0	0
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	0	0	0	0	0	0
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	1	0	1	2
Tristeza / Desespero	0	1	2	1	1	5
Preocupação / Medo	0	1	0	0	1	2
Constrangimento / Vergonha	0	3	1	1	1	6
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	1	0	0	1
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	1	1	3	5	10
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	1	1
Irritação / Raiva	0	1	0	0	0	1

Tabela 11 - Tabela dos resultados obtidos na prótese B na ordem ABC;  
Fonte: Investigador (2016)

INTENSIDADE						
<b>C - Ordem ABC</b>	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	2	0	2	5	0	9
Divertimento / Riso	1	0	0	0	0	1
Orgulho / Exaltação	0	0	1	0	0	1
Felicidade / Alegria	0	0	0	0	0	0
Gozo / Prazer	0	1	2	0	0	3
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	2	0	2	0	0	4
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	1	0	0	3	0	4
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	1	0	0	0	1
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	0	0
Preocupação / Medo	0	0	2	2	1	5
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	0	0	0
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	1	1
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 12 - Tabela dos resultados obtidos na prótese C na ordem ABC;

Fonte: Investigador (2016).

INTENSIDADE						
<b>A - Ordem BCA</b>	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	0	2	1	5	8
Divertimento / Riso	0	0	0	1	3	4
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	1	1
Felicidade / Alegria	0	0	0	1	3	4
Gozo / Prazer	0	0	0	1	3	4
Ternura / Amor	0	0	0	0	1	1
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	1	0	1	2
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	1	1
Espanto / Supresa	0	0	0	1	2	3
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	0	0	0	0
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	0	0
Preocupação / Medo	0	0	1	0	0	1
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	0	0	0
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	0	0
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 13 - Tabela resultados obtidos na prótese A na ordem BCA;

Fonte: Investigador (2016).

B - Ordem BCA	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	0	1	0	0	1
Divertimento / Riso	0	0	0	0	0	0
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	0	0	0	0	0
Gozo / Prazer	0	0	0	0	0	0
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	0	0	0	0
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	0	0	0	0	1	1
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	0	0	0	0
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	6	6
Preocupação / Medo	0	0	0	1	6	7
Constrangimento / Vergonha	0	0	1	0	3	4
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	2	2
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	2	2
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 14 - Tabela resultados obtidos na prótese B na ordem BCA;

Fonte: Investigador (2016).

C - Ordem BCA	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	2	0	1	2	5
Divertimento / Riso	0	0	0	0	0	0
Orgulho / Exaltação	0	0	1	0	0	1
Felicidade / Alegria	0	0	0	2	0	2
Gozo / Prazer	0	0	1	0	0	1
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	1	0	1	2
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	1	1
Espanto / Supresa	1	0	2	0	0	3
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	0	0	3	3
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	0	0
Preocupação / Medo	0	0	0	1	9	10
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	1	0	1
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	0	0
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 15 - Tabela resultados obtidos na prótese C na ordem BCA;

Fonte: Investigador (2016).

A - Ordem CAB	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	0	0	6	2	8
Divertimento / Riso	0	0	0	6	3	9
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	0	1	5	2	8
Gozo / Prazer	0	0	0	1	0	1
Ternura / Amor	0	0	2	0	1	3
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	0	0	0	0
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	1	1
Espanto / Supresa	0	0	0	0	0	0
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	0	0	0	0
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	0	0
Preocupação / Medo	0	0	0	0	0	0
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	0	0	0
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	0	0
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 16 - Tabela resultados obtidos na prótese A na ordem CAB;

Fonte: Investigador (2016).

B - Ordem CAB	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	1	1	0	2	0	4
Divertimento / Riso	0	0	0	0	0	0
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	0	0	0	0	0
Gozo / Prazer	0	0	0	0	0	0
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	0	0	0	0
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	0	0	0	0	0	0
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	0	0	1	2	3
Tristeza / Desespero	0	0	0	0	2	2
Preocupação / Medo	0	0	1	0	5	6
Constrangimento / Vergonha	0	0	0	0	4	4
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	1	1
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	8	8
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	2	2
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

Tabela 17 - Tabela resultados obtidos na prótese B na ordem CAB;

Fonte: Investigador (2016).

C - Ordem CAB	INTENSIDADE					
	1	2	3	4	5	
Envolvimento / Interesse	0	0	1	8	4	13
Divertimento / Riso	0	0	0	0	0	0
Orgulho / Exaltação	0	0	0	0	0	0
Felicidade / Alegria	0	0	0	0	0	0
Gozo / Prazer	0	0	1	0	0	1
Ternura / Amor	0	0	0	0	0	0
Maravilha / Sentimento de Espanto	0	0	1	0	0	1
Sentimento de Alívio / Alívio	0	0	0	0	0	0
Espanto / Supresa	0	0	2	2	1	5
Saudade / Nostalgia	0	0	0	0	0	0
Pena / Compaixão	0	1	2	0	0	3
Tristeza / Desespero	0	1	0	0	0	1
Preocupação / Medo	1	1	1	2	0	4
Constrangimento / Vergonha	0	0	1	0	0	1
Culpa / Remorso	0	0	0	0	0	0
Desapontamento / Pesar	0	0	0	0	0	0
Inveja / Ciúme	0	0	0	0	0	0
Desgosto / Repulsão	0	0	0	0	0	0
Desprezo / Desdém	0	0	0	0	0	0
Irritação / Raiva	0	0	0	0	0	0

**Tabela 18** - Tabela resultados obtidos na prótese C na ordem CAB;  
*Fonte: Investigador (2016).*

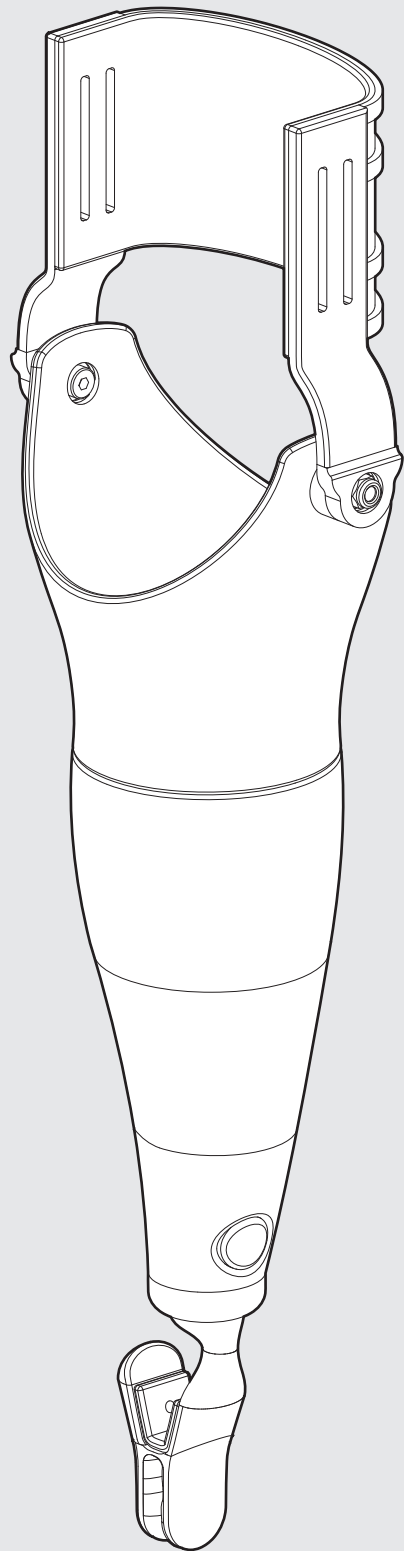




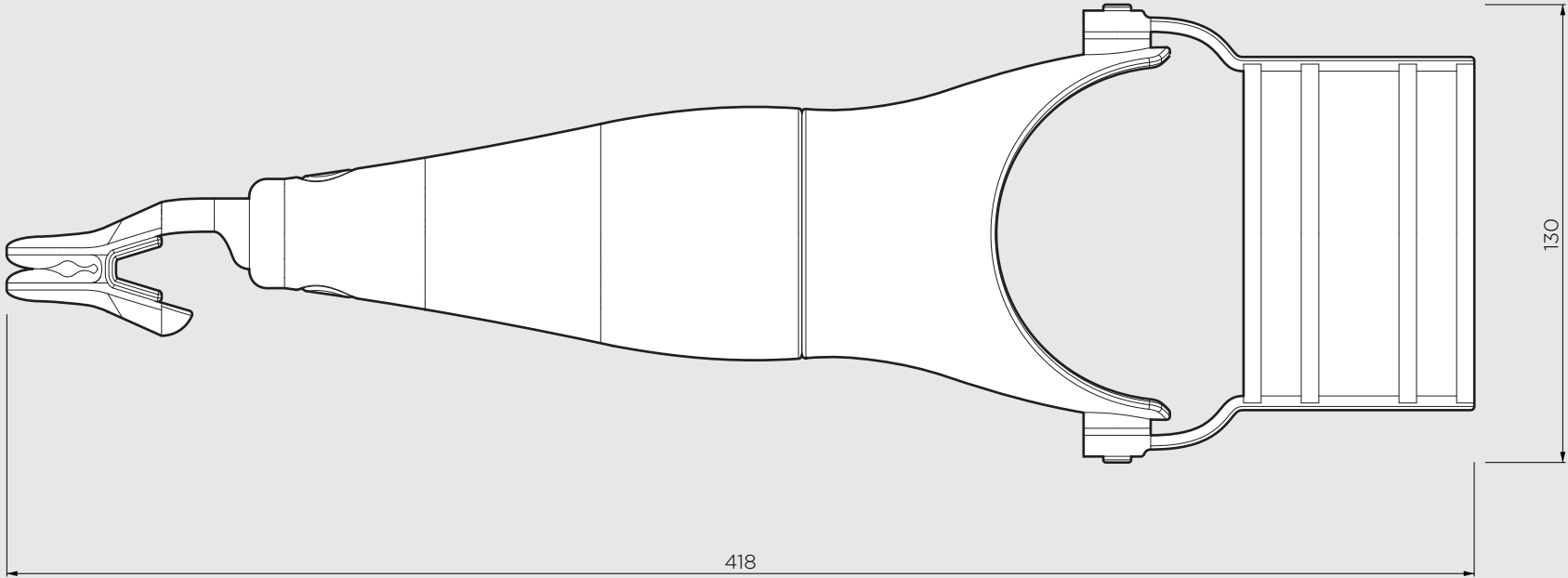
---

## **APÊNDICE B - PROJECTO PRÁTICO: DESENHOS TÉCNICOS**

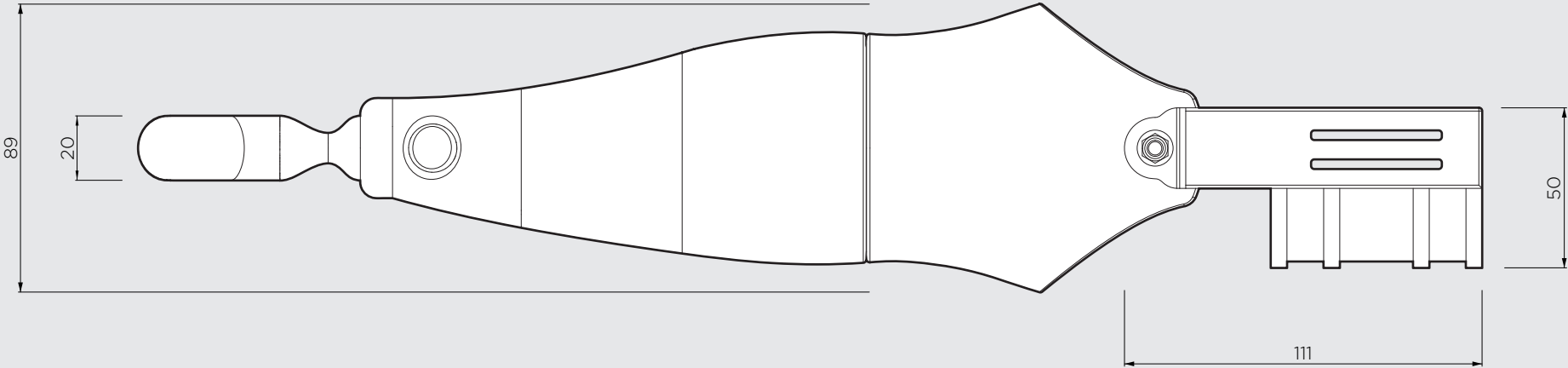




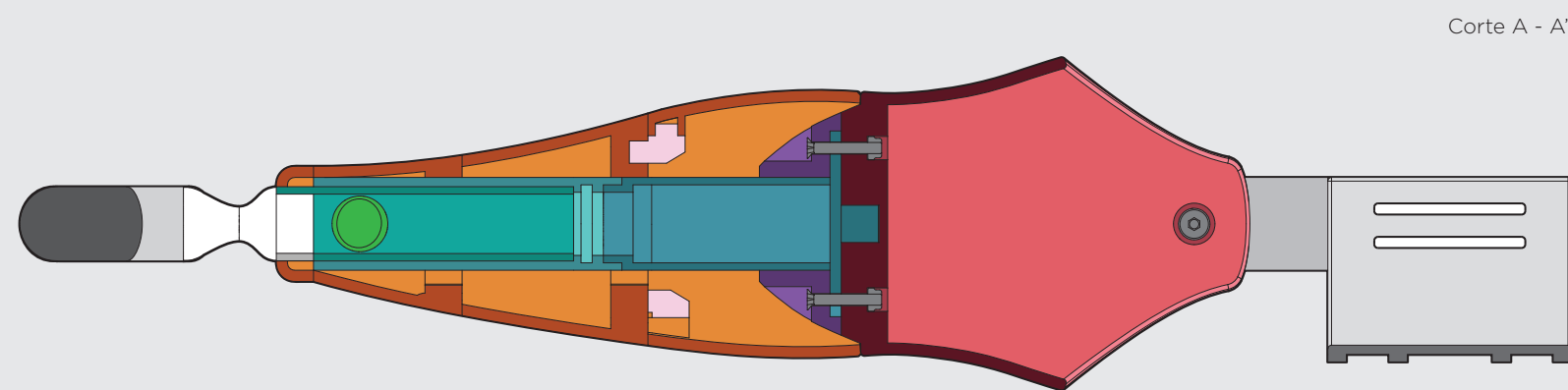
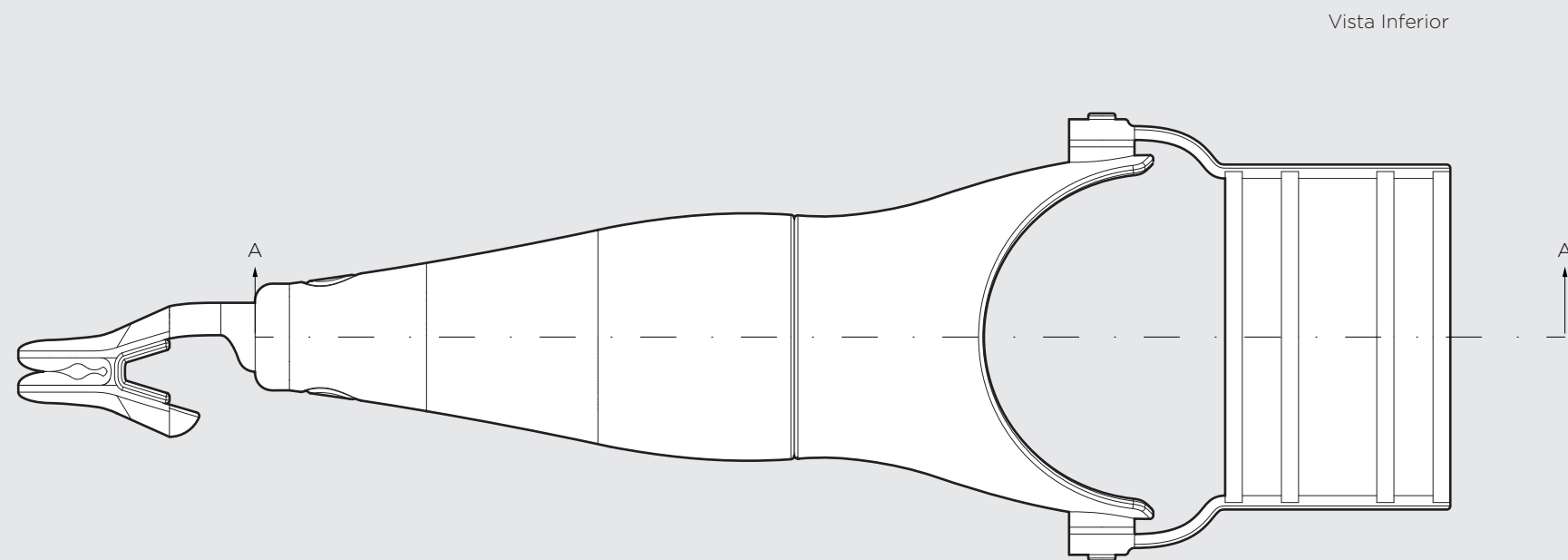
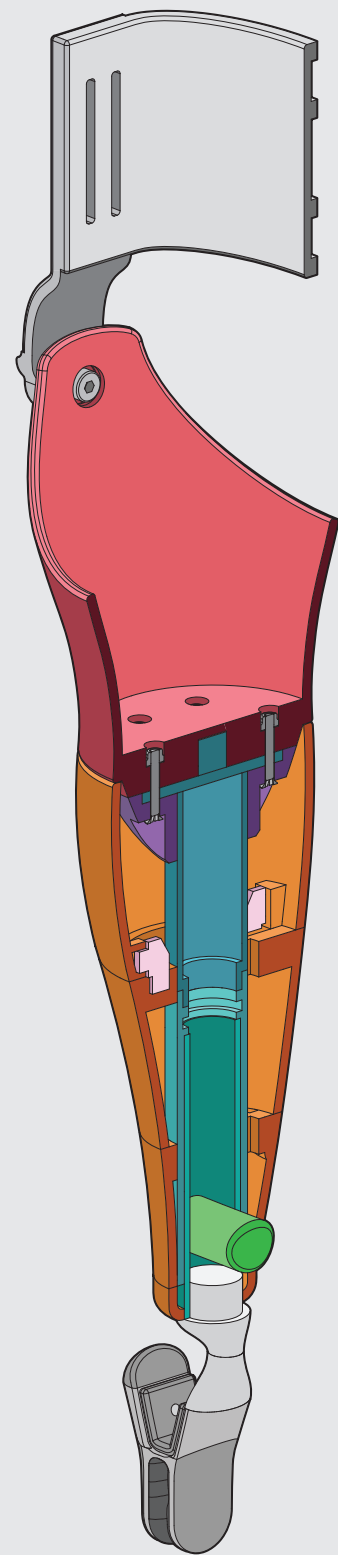
Vista Inferior



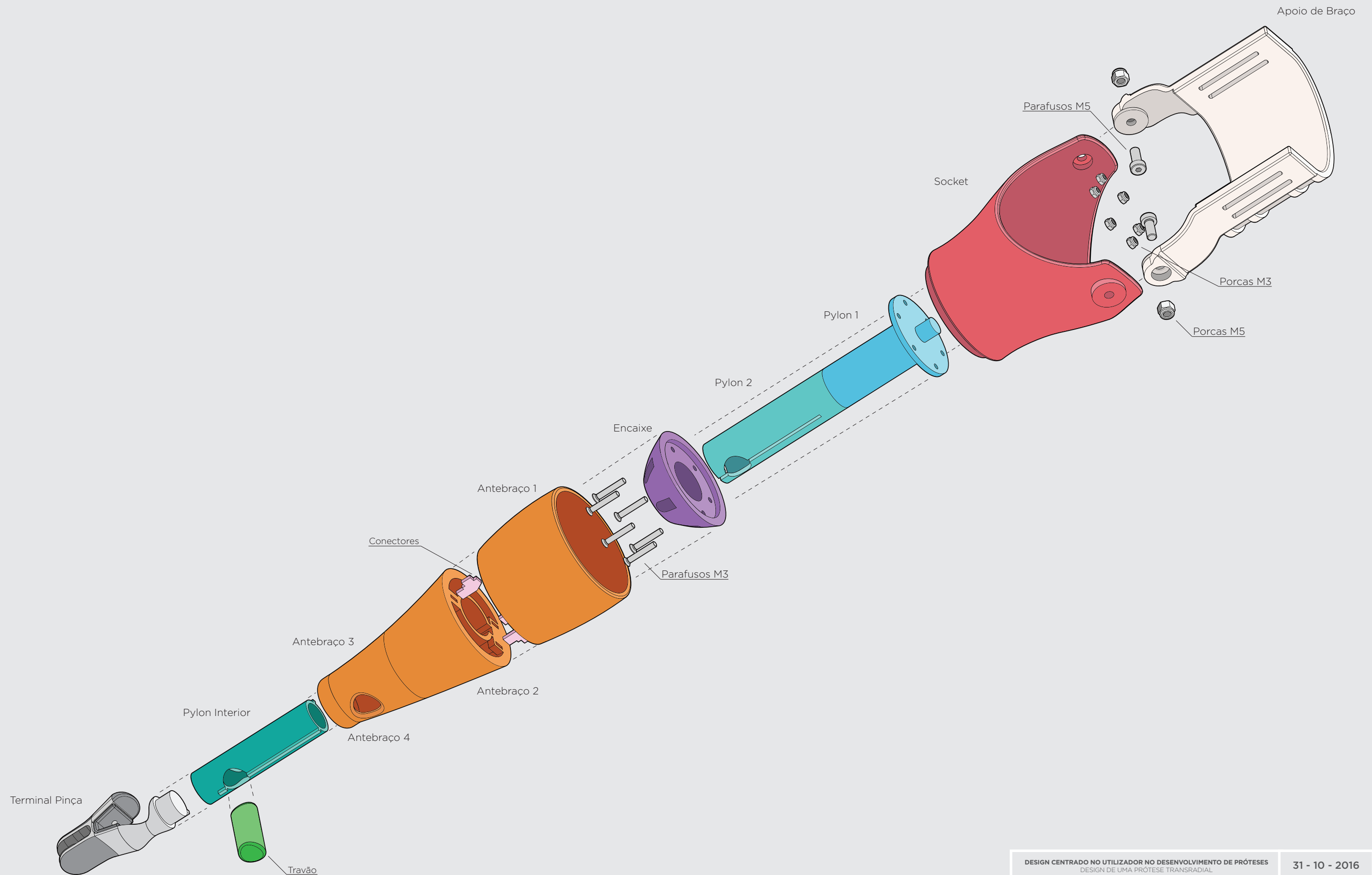
Vista Lateral Esquerda





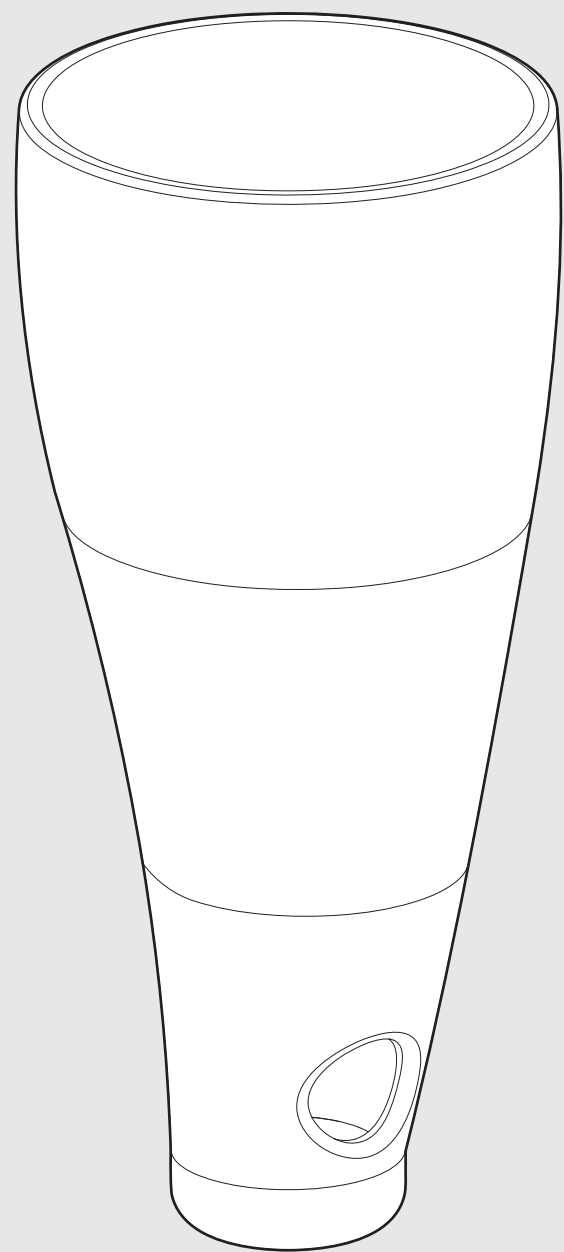




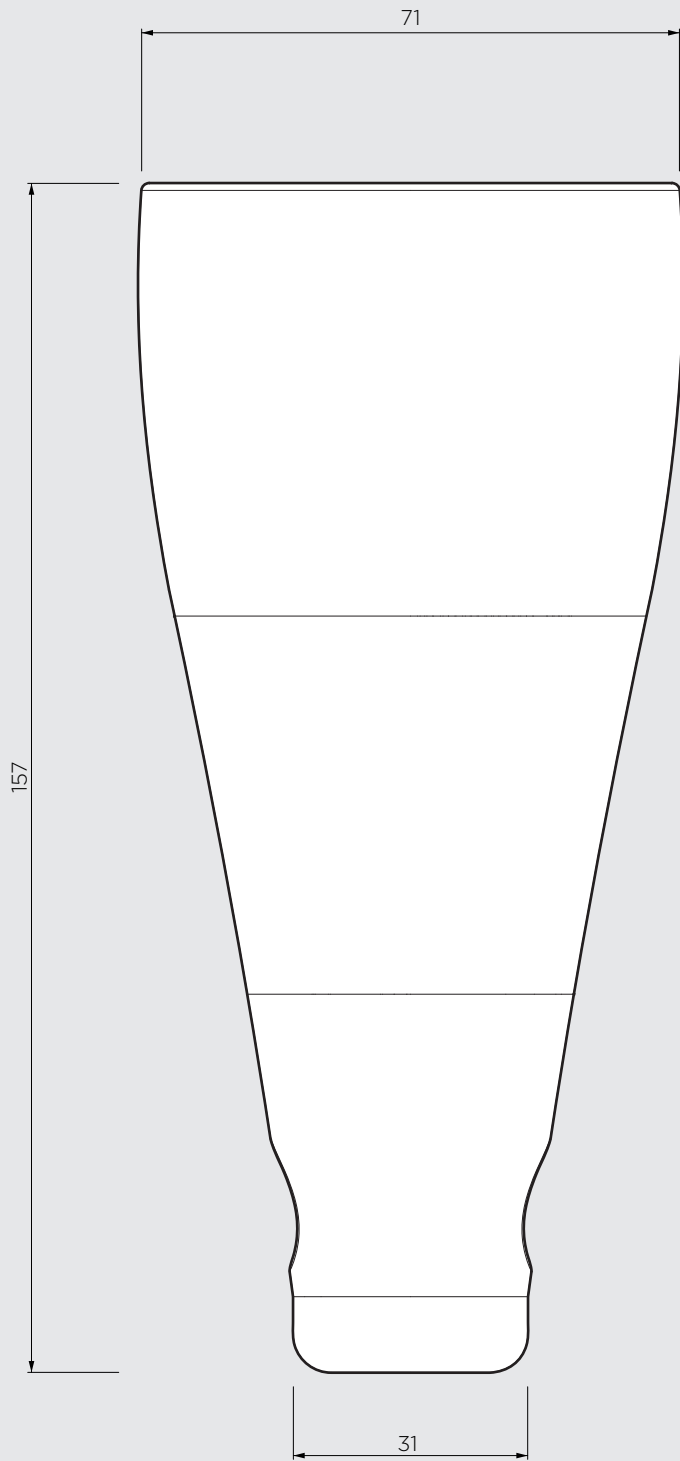




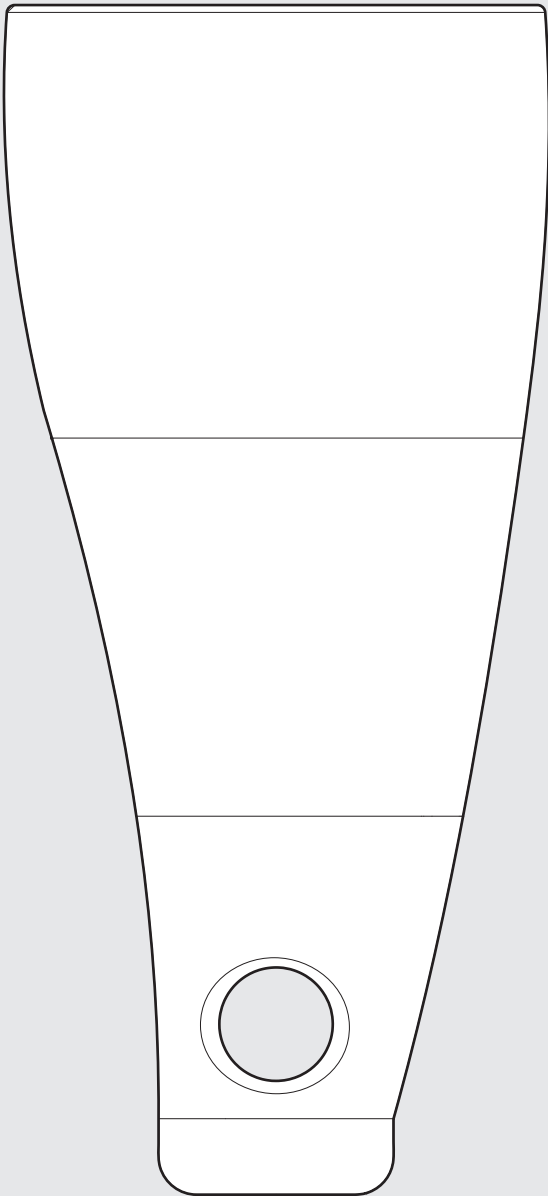




Vista Posterior



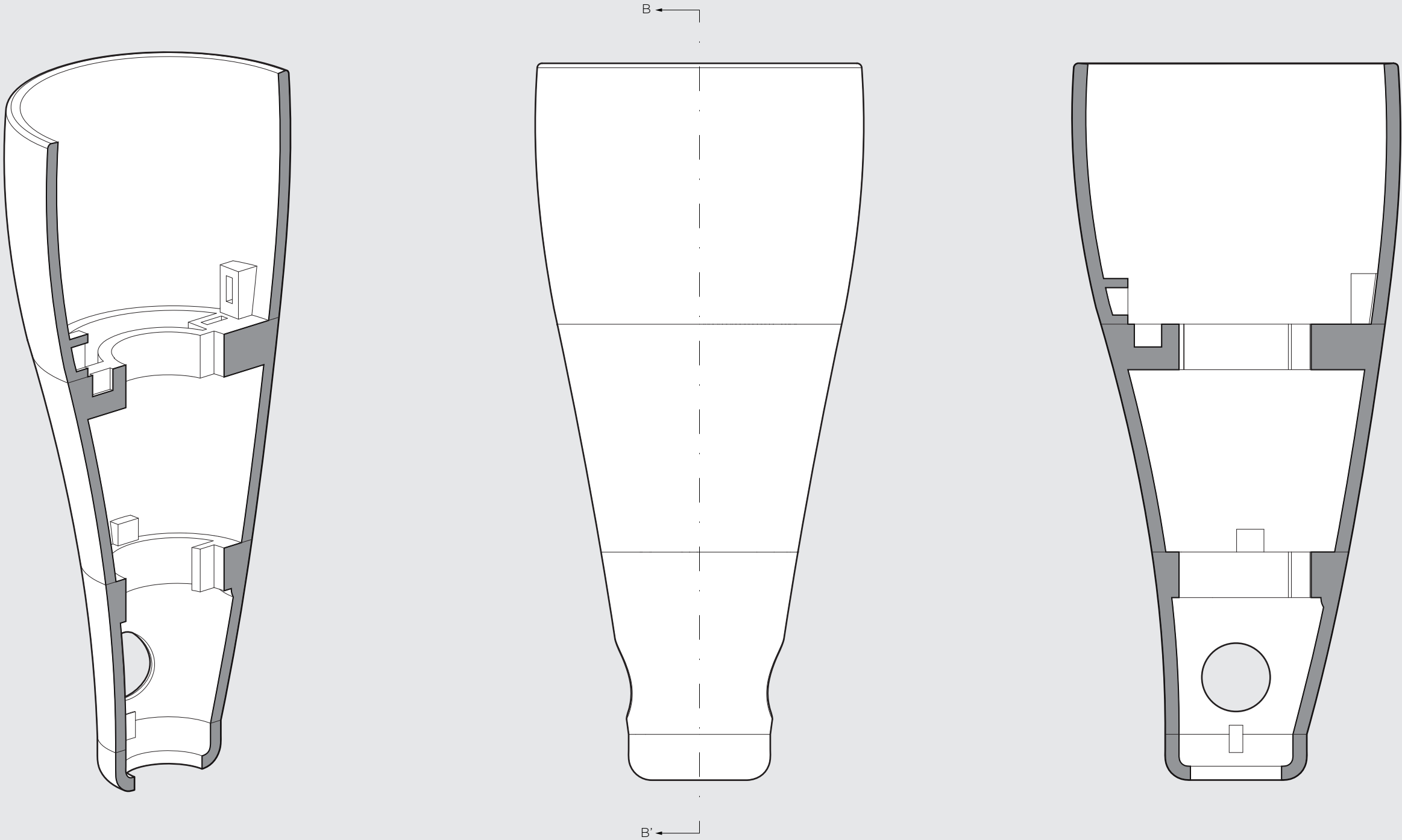
Vista Lateral Esquerda





Vista Posterior

Corte B - B'



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Antebraço Completo — Corte B - B'

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

António Santos - 20142054

esc. 1:1 uni. mm

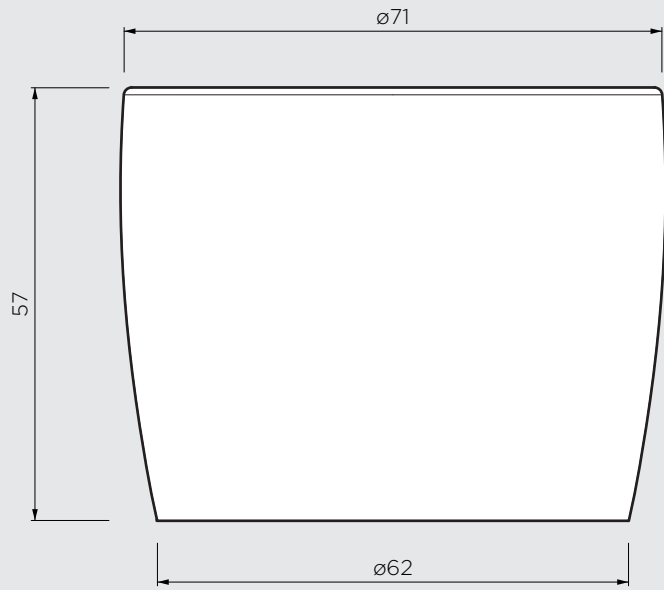
187

3.1

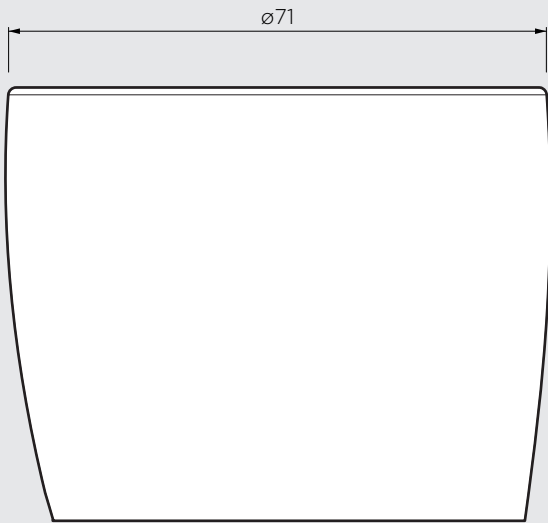




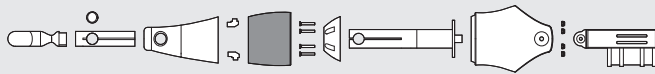
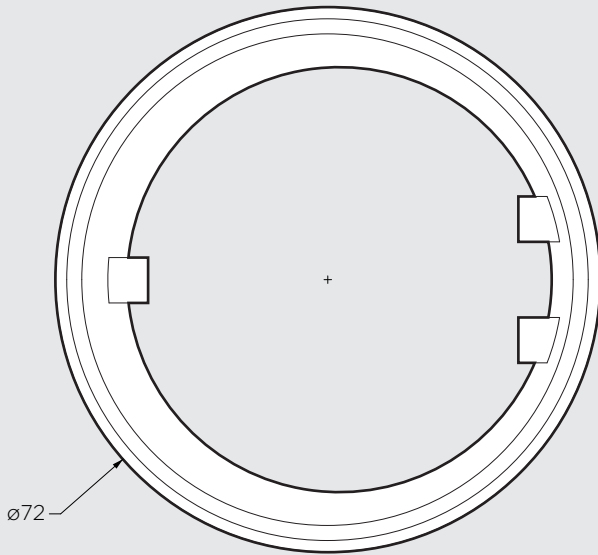
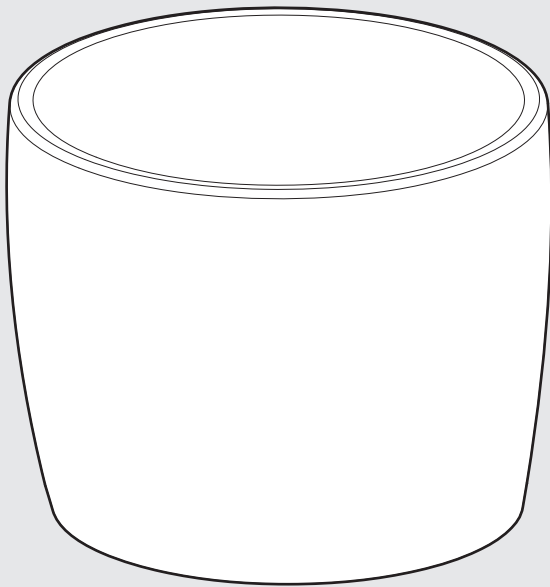
Vista Posterior



Vista Lateral Esquerda

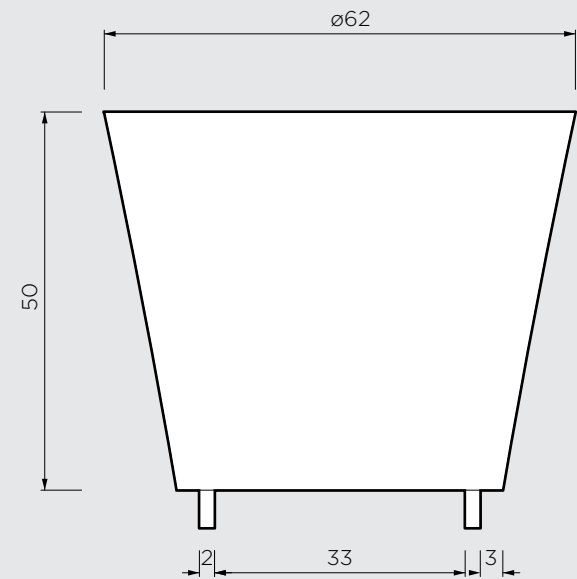


Vista Superior

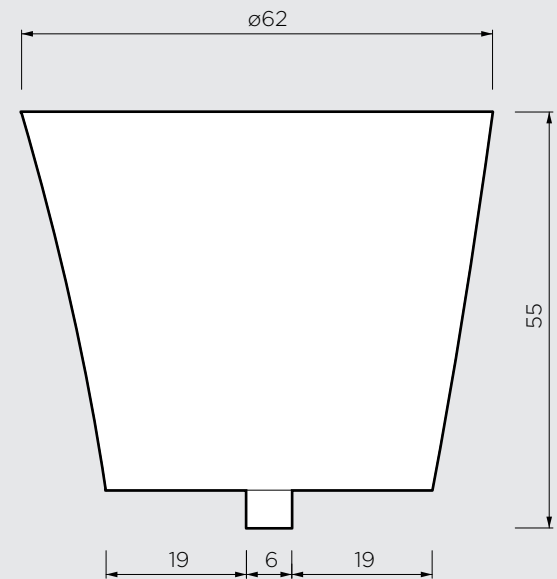




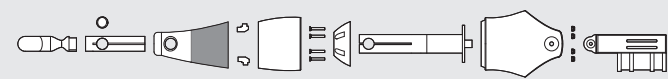
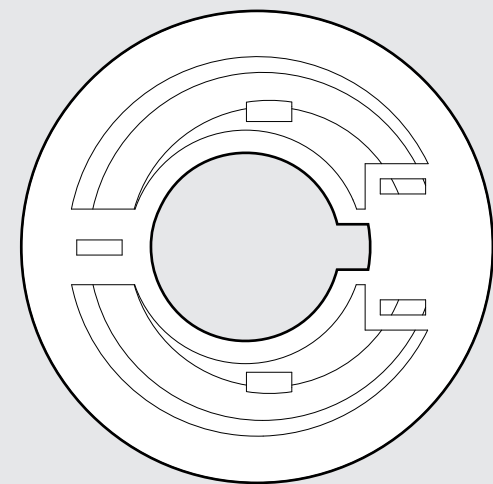
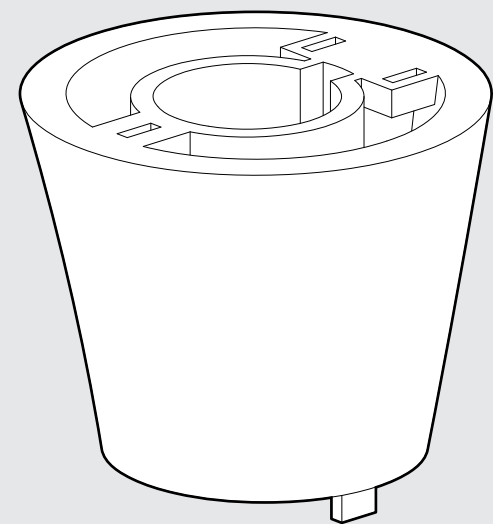
Vista Posterior



Vista Lateral Esquerda



Vista Superior

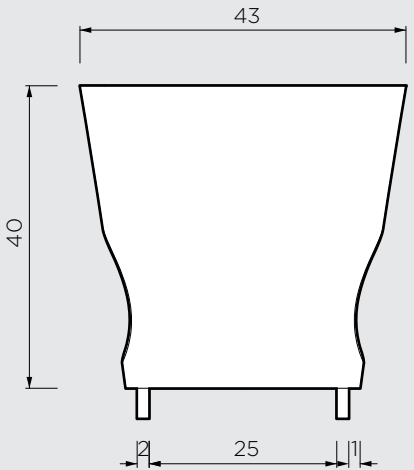




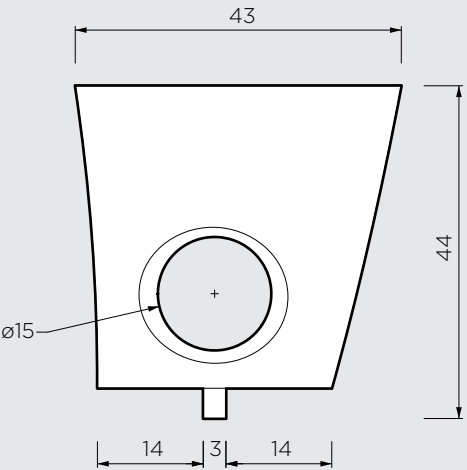


Antebraço 3

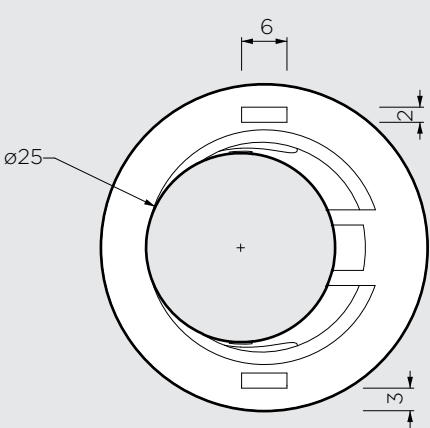
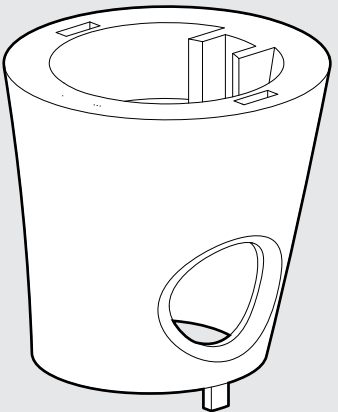
Vista Posterior



Vista Lateral Esquerda

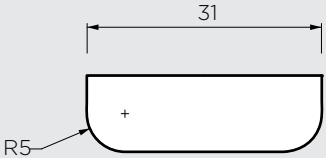


Vista Superior



Antebraço 4

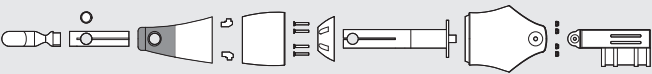
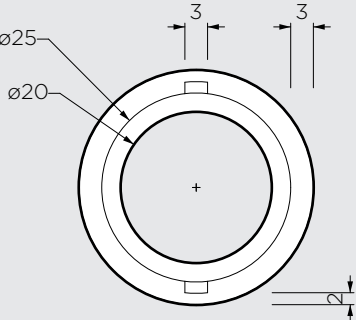
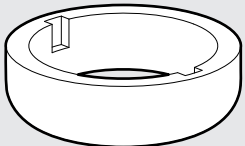
Vista Posterior



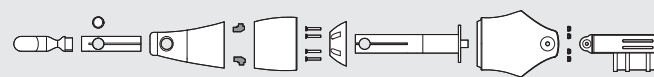
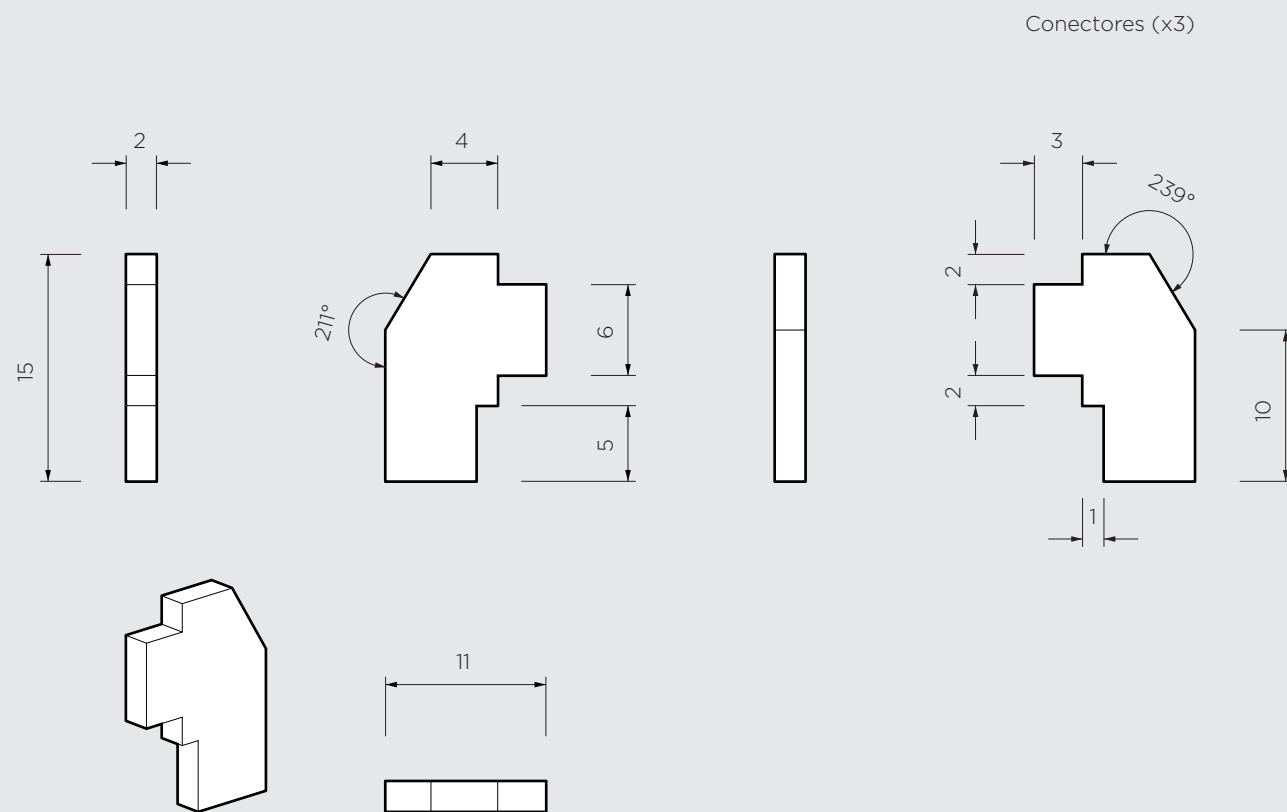
Vista Lateral Esquerda



Vista Superior







DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

3.5

Conectores entre Antebraço 1 & 2

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

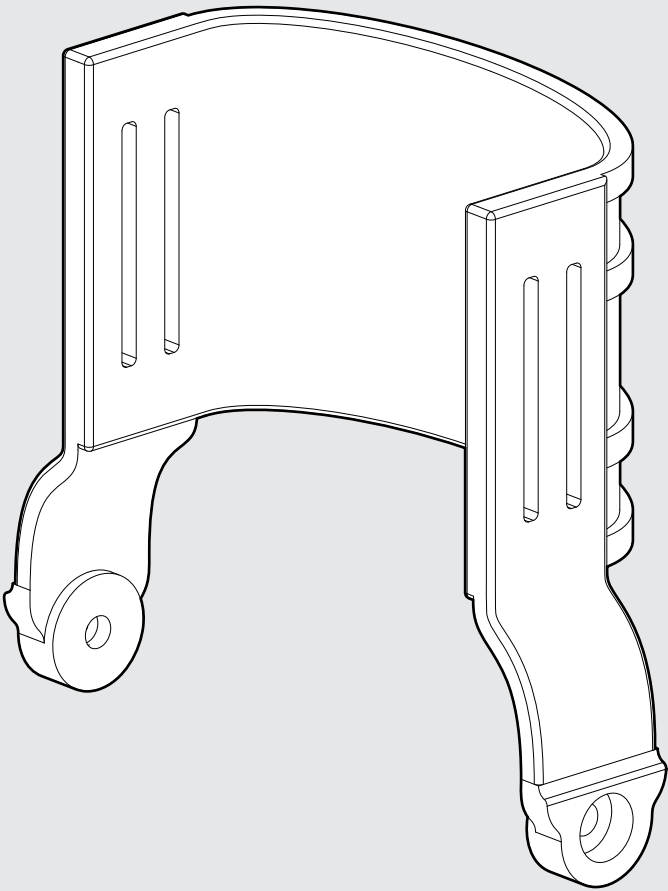
António Santos - 20142054

esc. 2:1 uni. mm

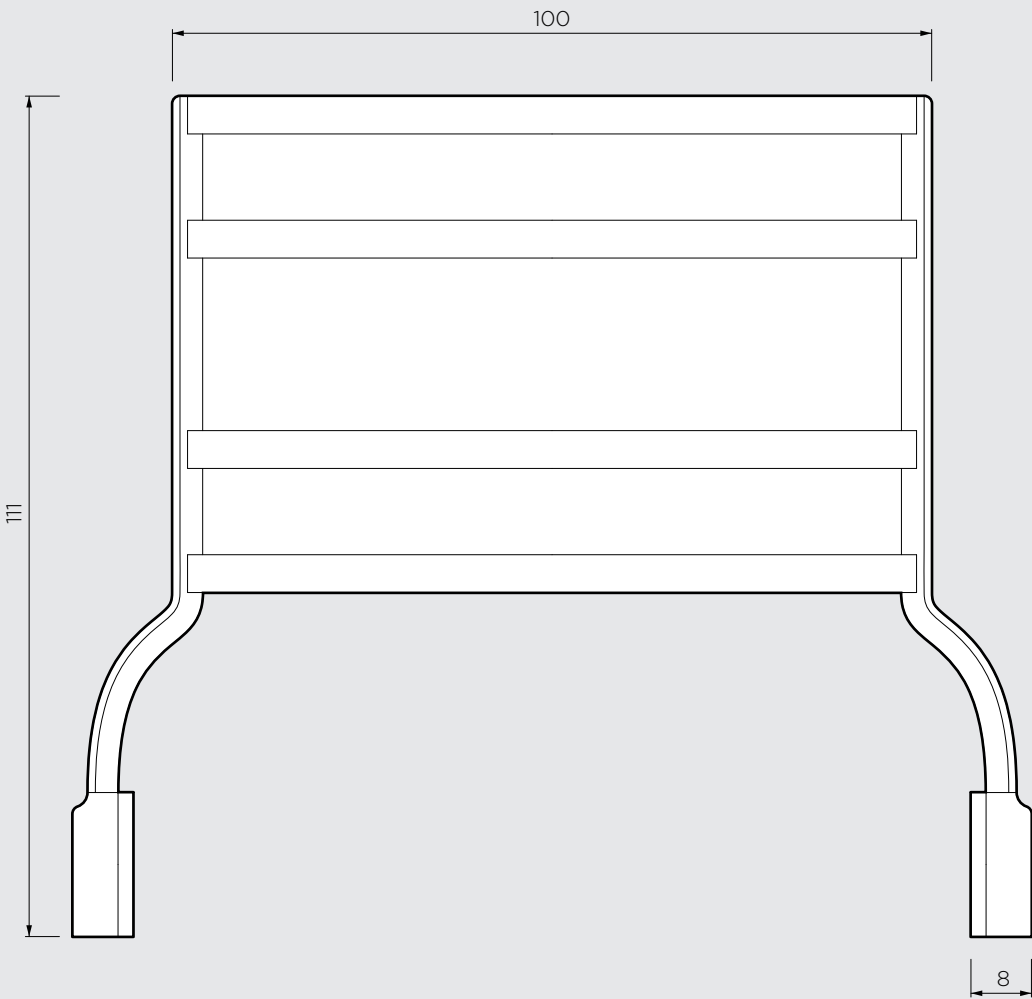
195



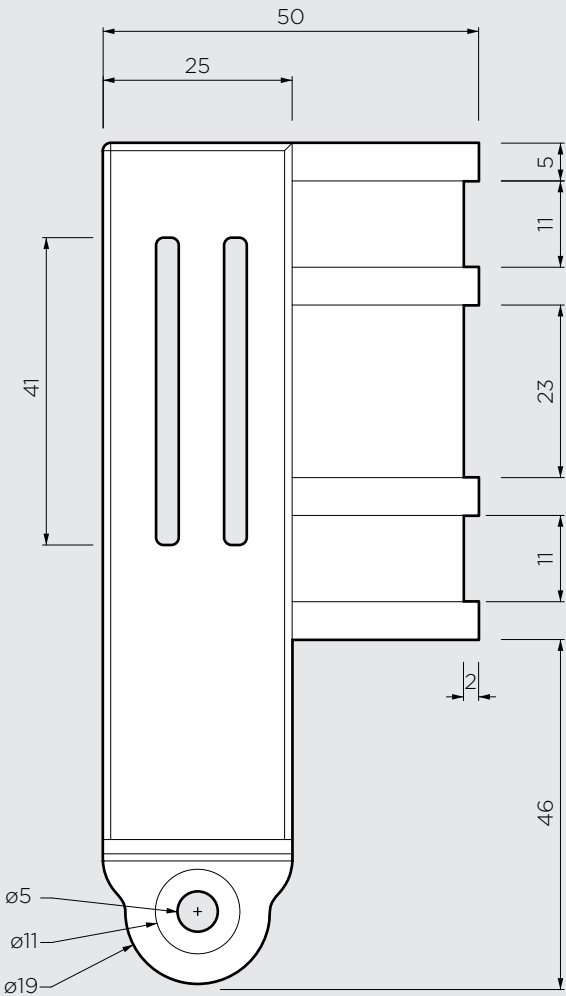




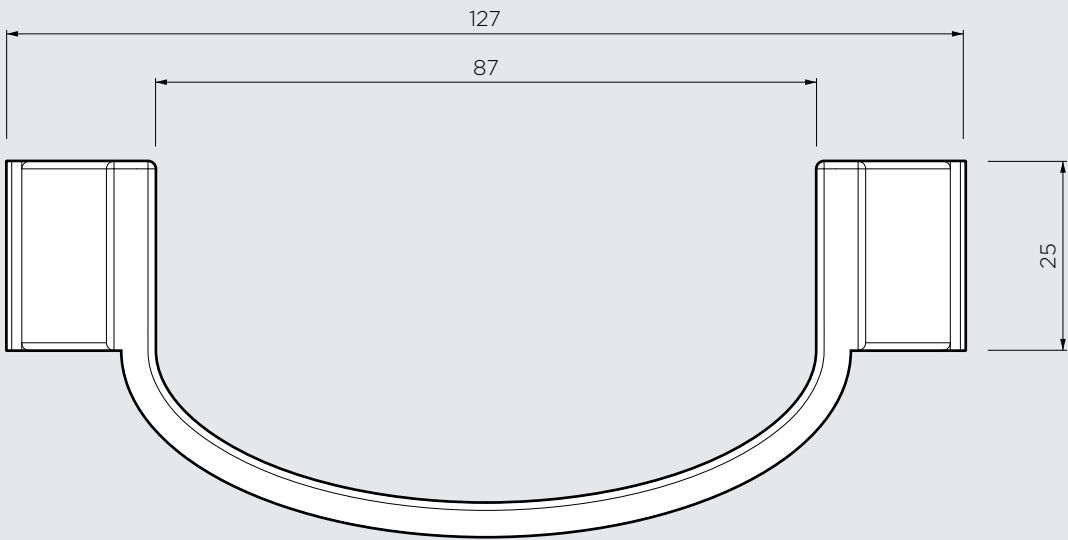
Vista Posterior



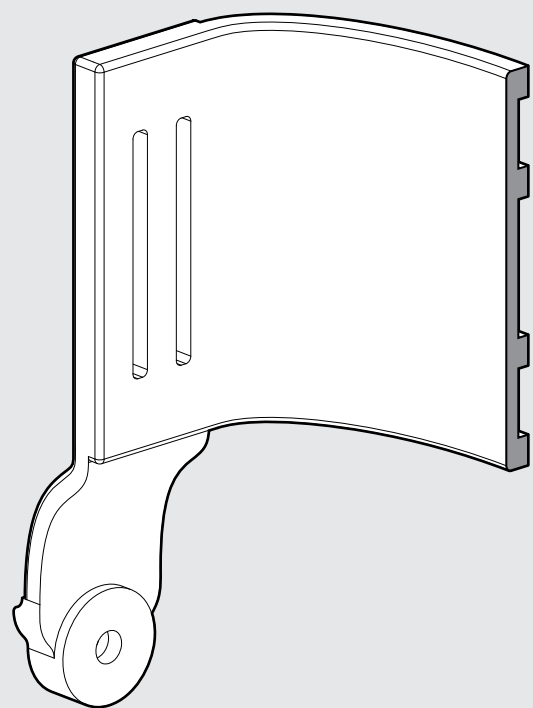
Vista Lateral Esquerda



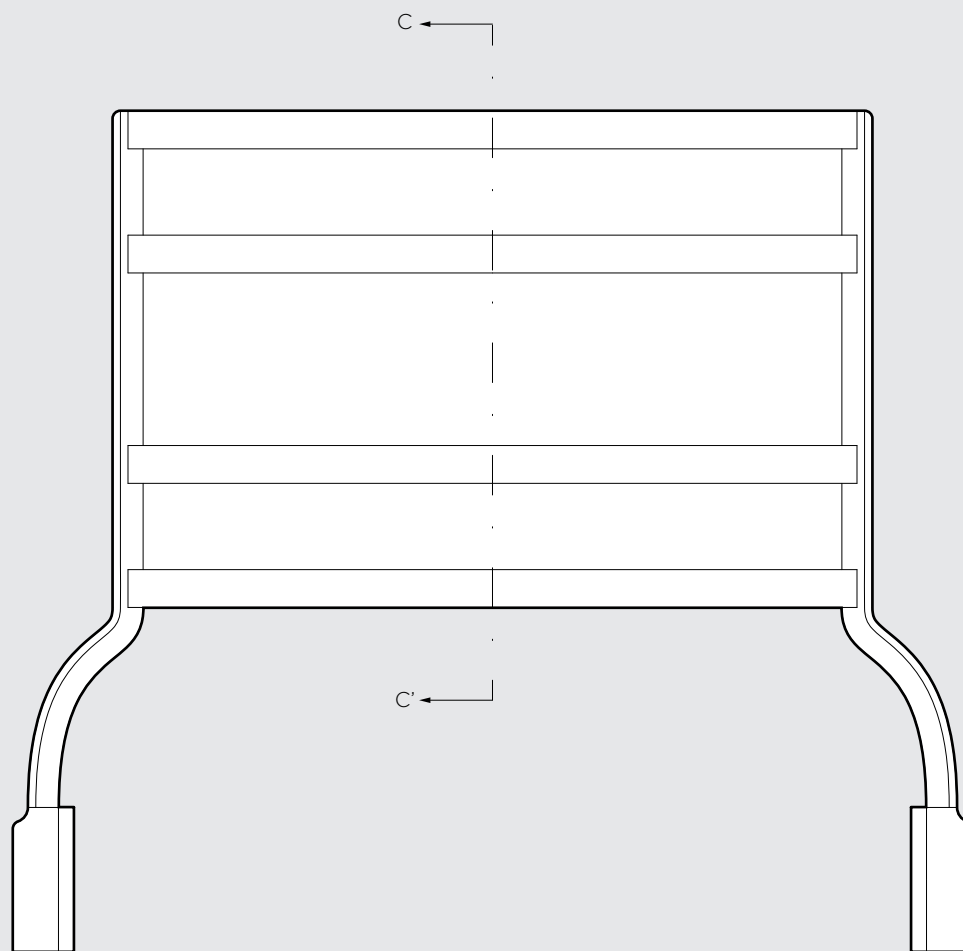
Vista Superior



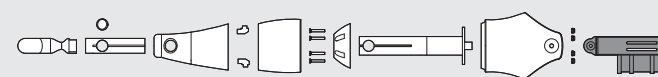
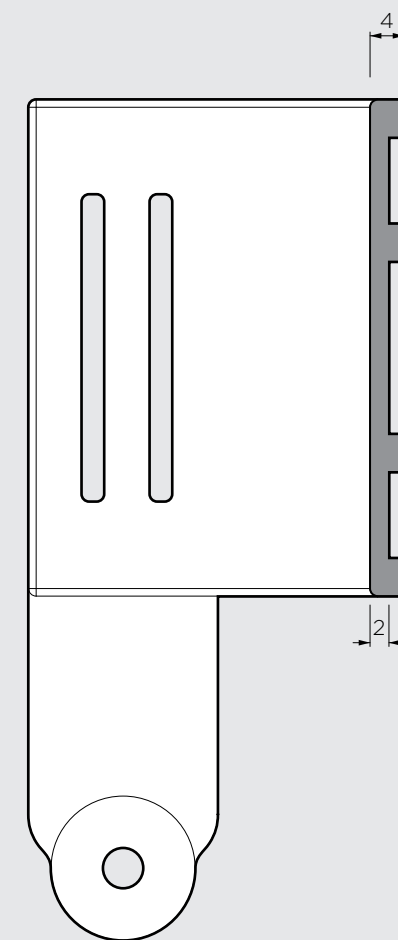




Vista Posterior



Corte C - C'



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Apoio de Braço — Corte C - C'

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

António Santos - 20142054

esc. 1:1 uni. mm

199

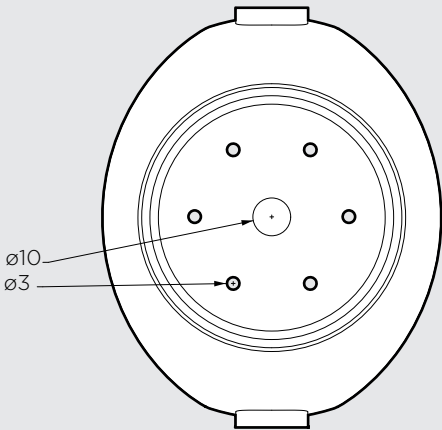
4.1



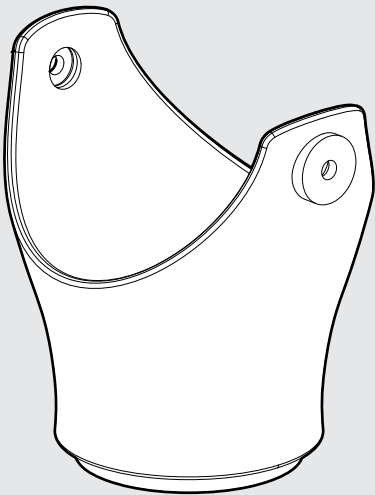




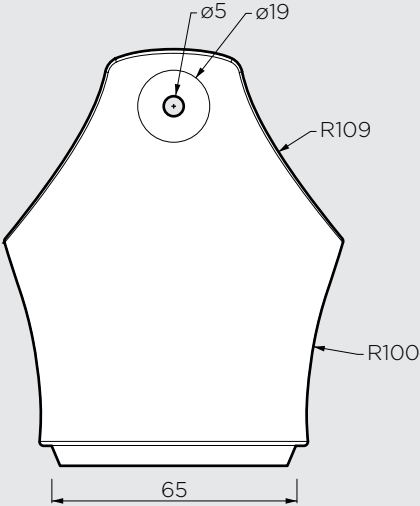
Vista Inferior



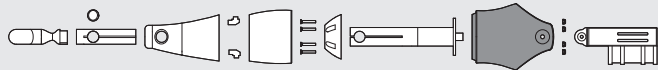
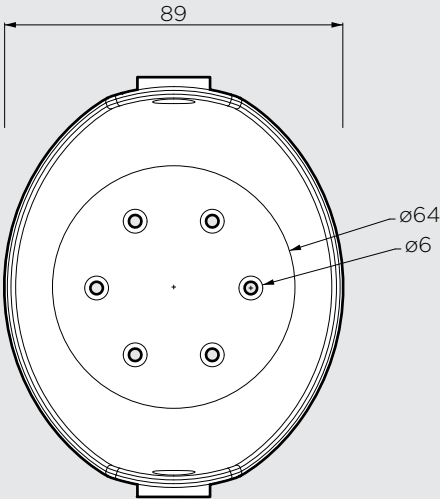
Vista Posterior



Vista Lateral Esquerda



Vista Superior



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Socket

Prótese Transradial

António Santos - 20142054

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

esc. 1:2 uni. mm

201

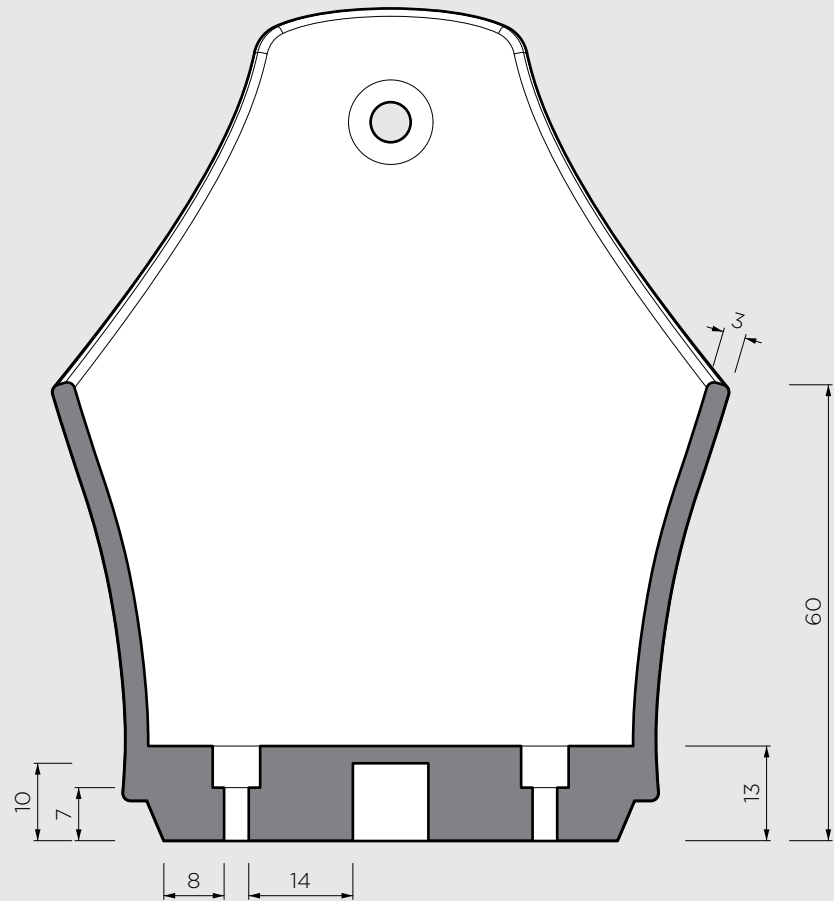
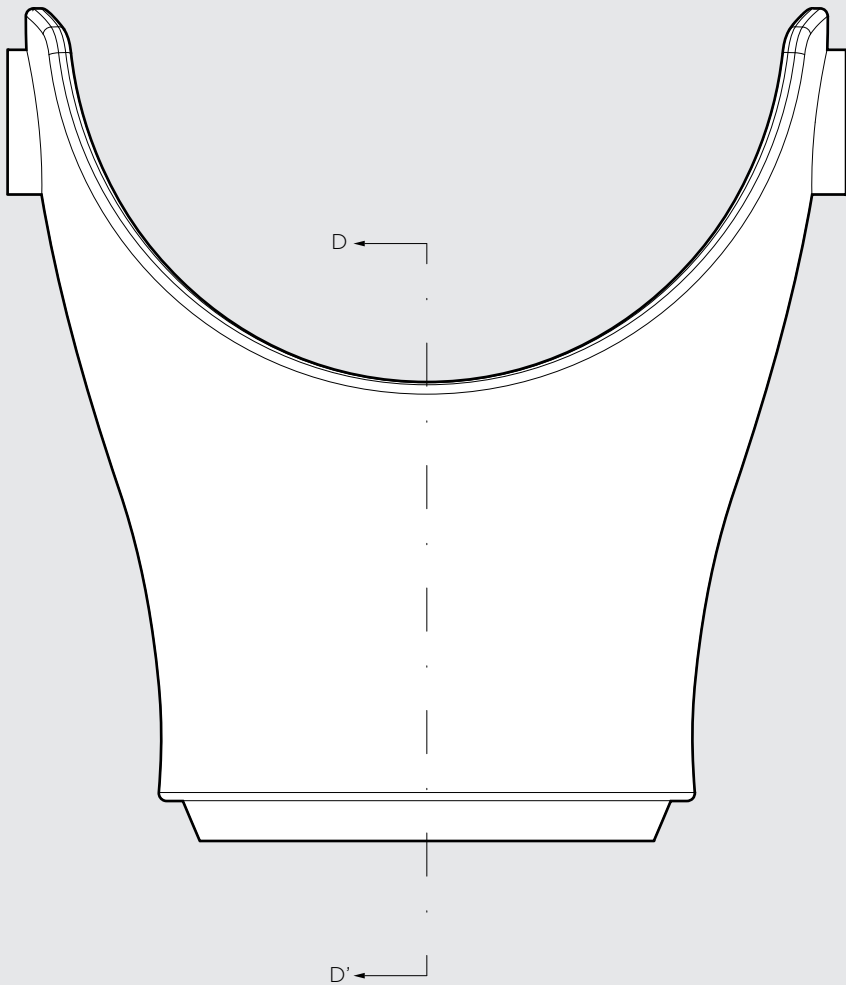
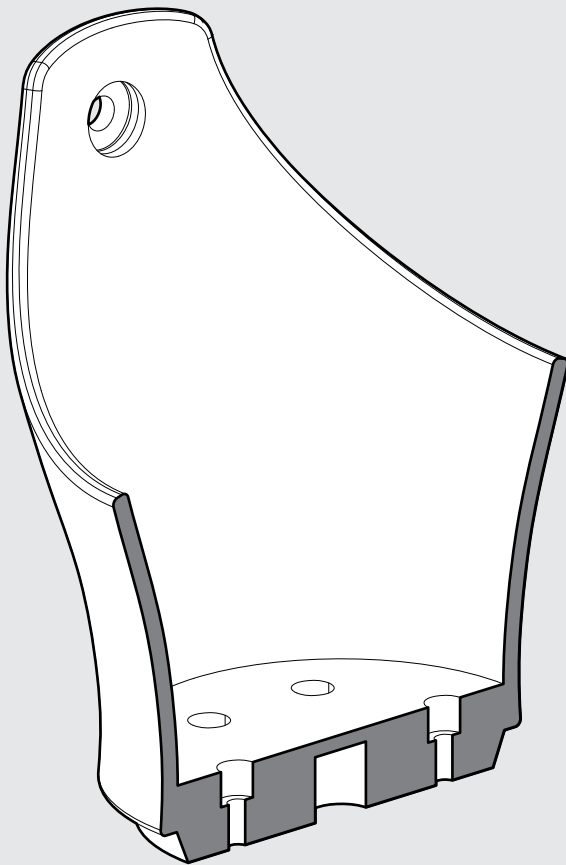
5





Vista Posterior

Corte D - D'



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Socket — Corte D - D'

Prótese Transradial

António Santos - 20142054

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

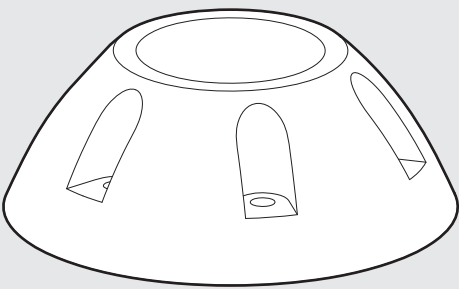
esc. 1:1 uni. mm

203

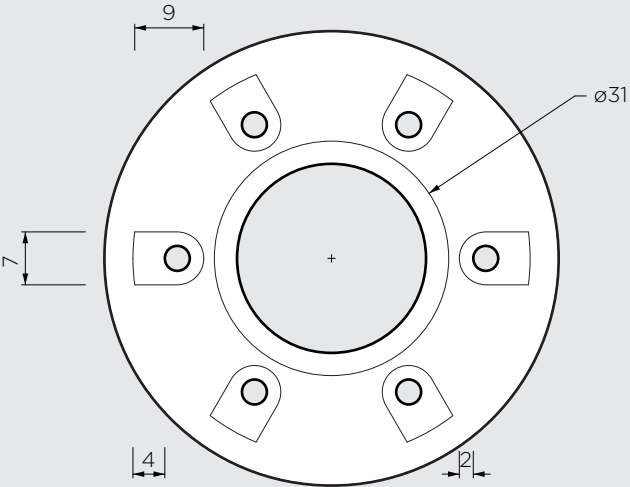
5.1



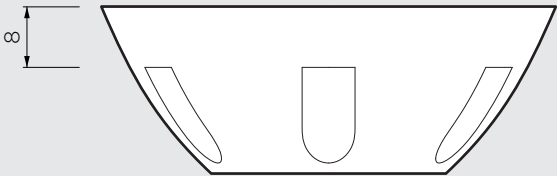




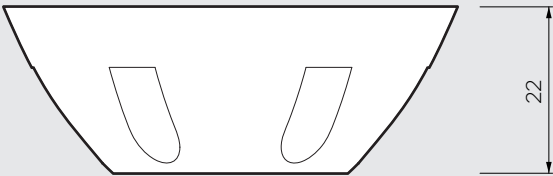
Vista Inferior



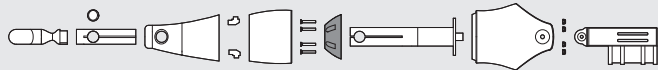
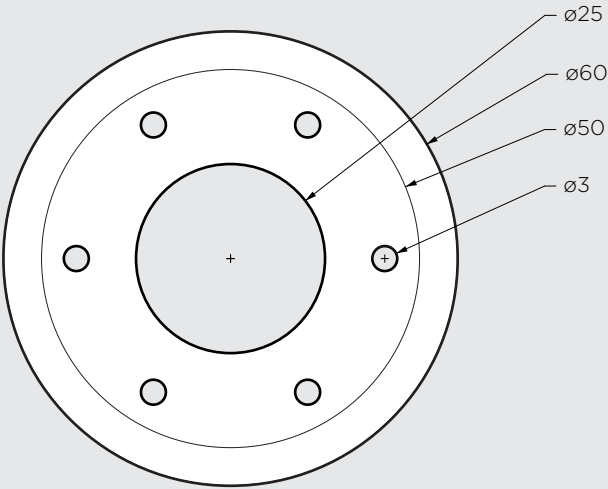
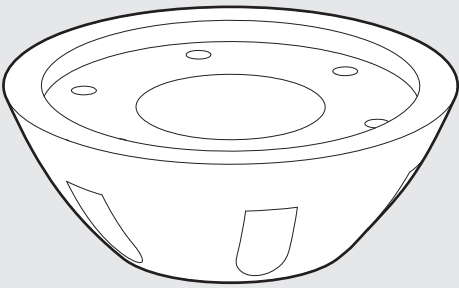
Vista Posterior



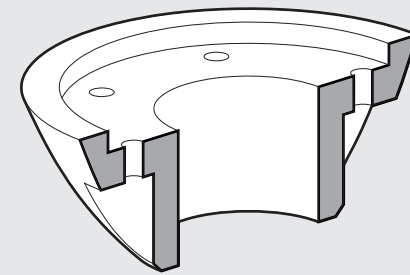
Vista Lateral Esquerda



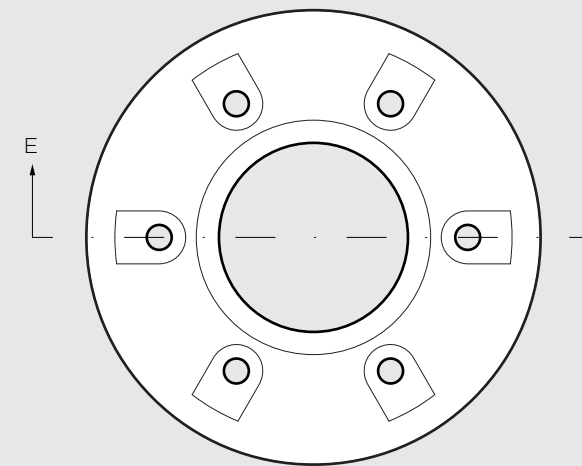
Vista Superior



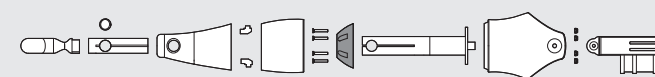
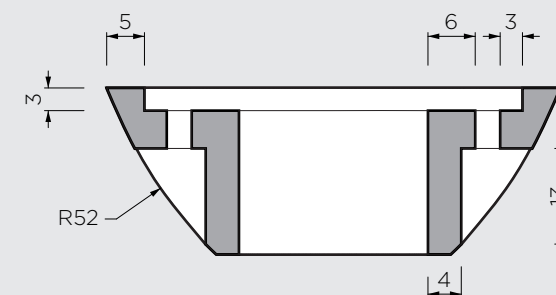




Vista Inferior



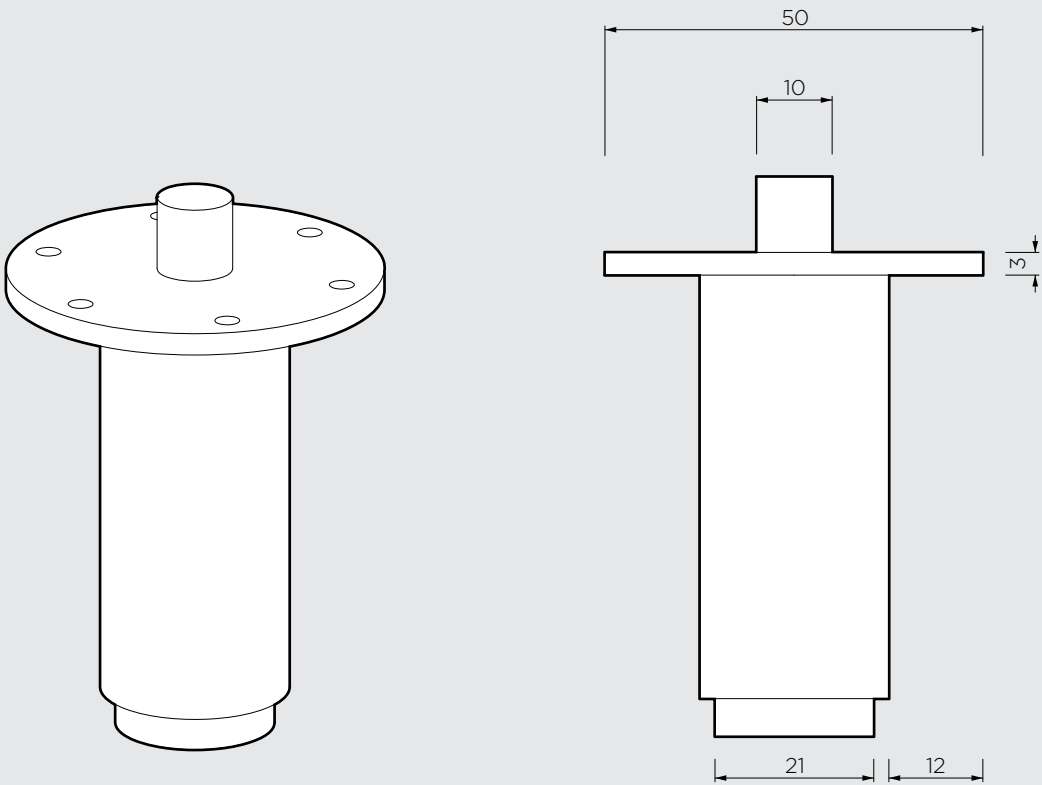
Corte E - E'  
+



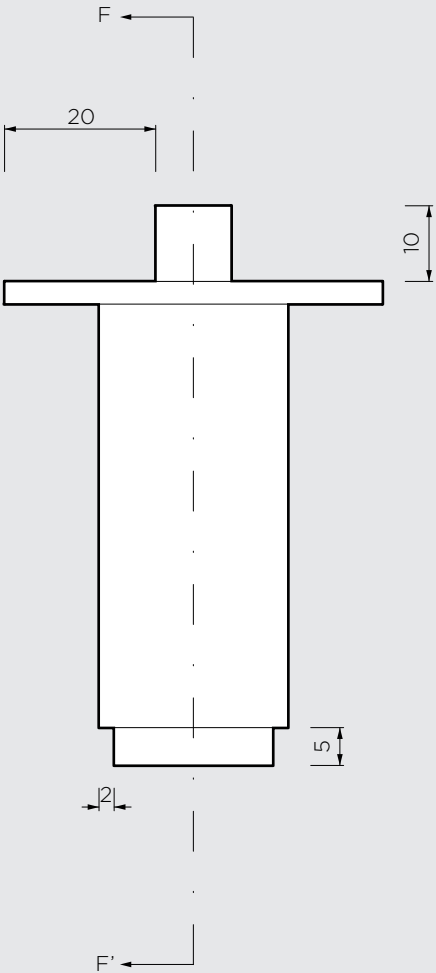




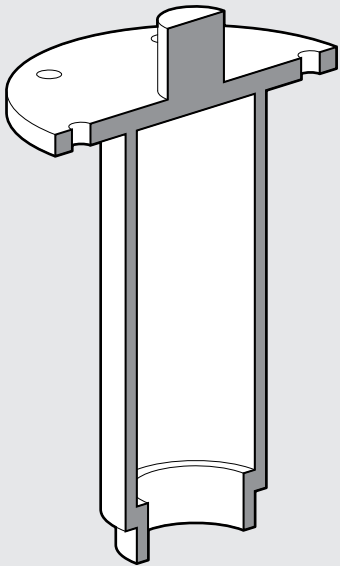
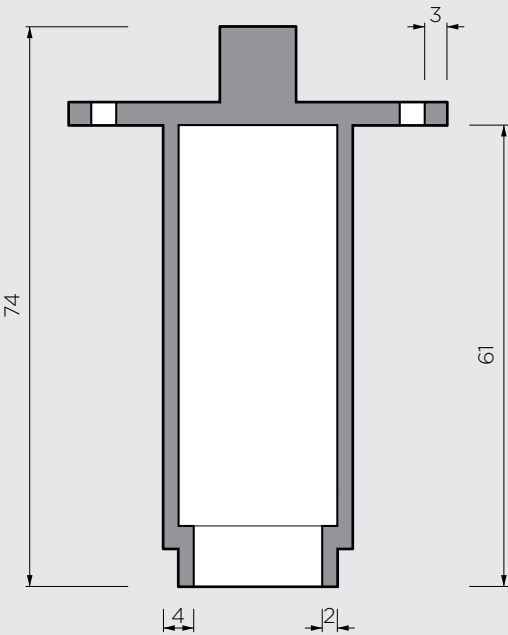
Vista Lateral Direita



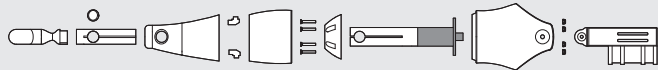
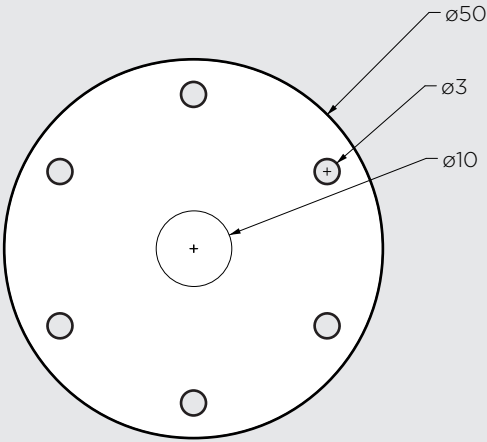
Vista Posterior



Corte F - F'



Vista Superior



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Pylon 1 & Pylon 1 — Corte F - F'

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

António Santos - 20142054

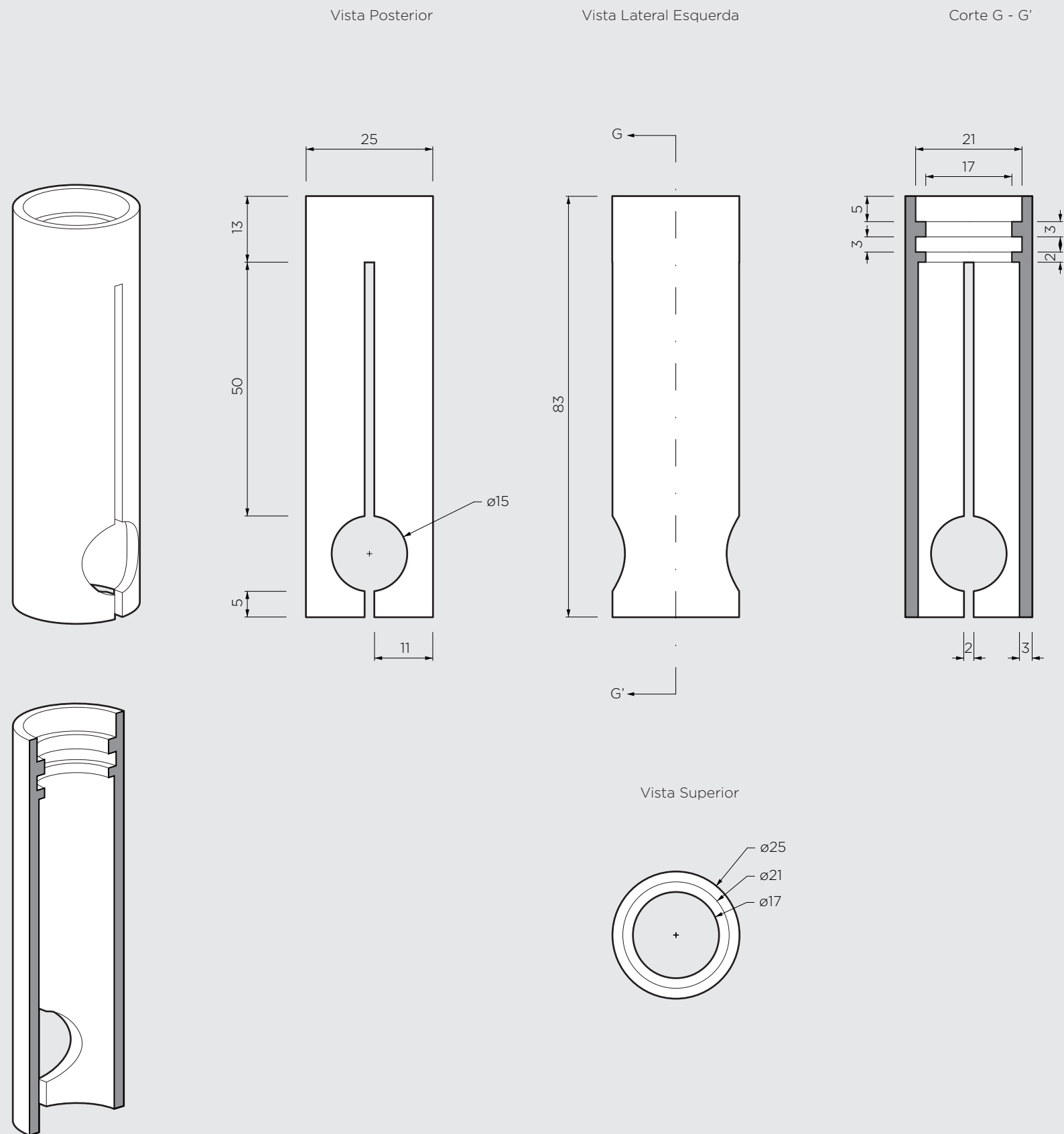
esc. 1:1 uni. mm

209

7







DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

8

Pylon 2 & Pylon 2 — Corte G - G'

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

António Santos - 20142054

esc. 1:1 uni. mm

211





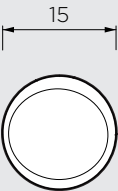
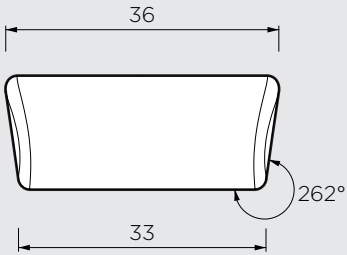
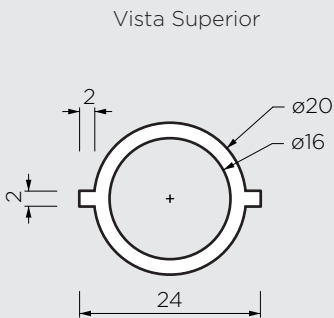
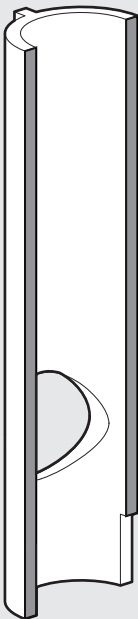
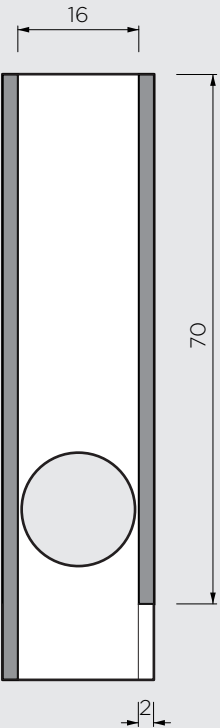
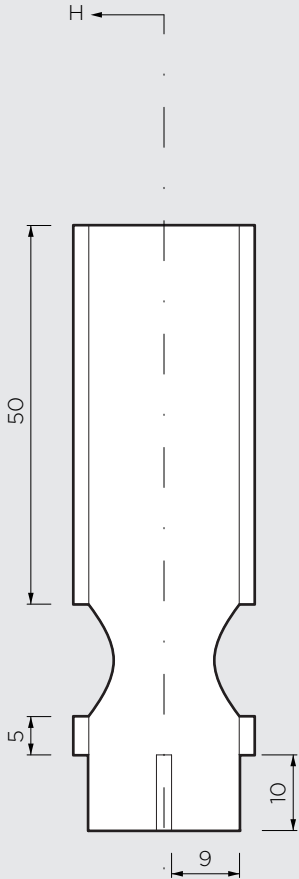
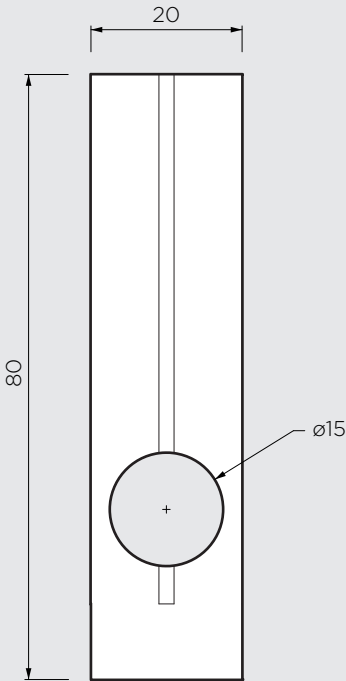
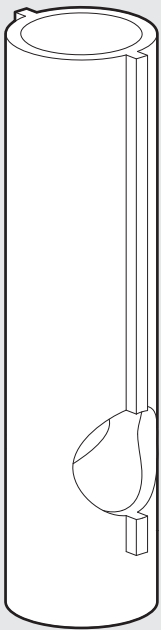
Vista Posterior

Vista Lateral Esquerda

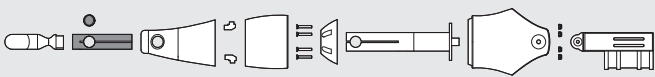
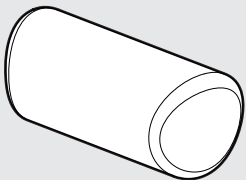
Corte H - H'

Vista Posterior

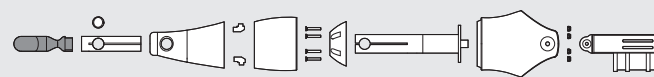
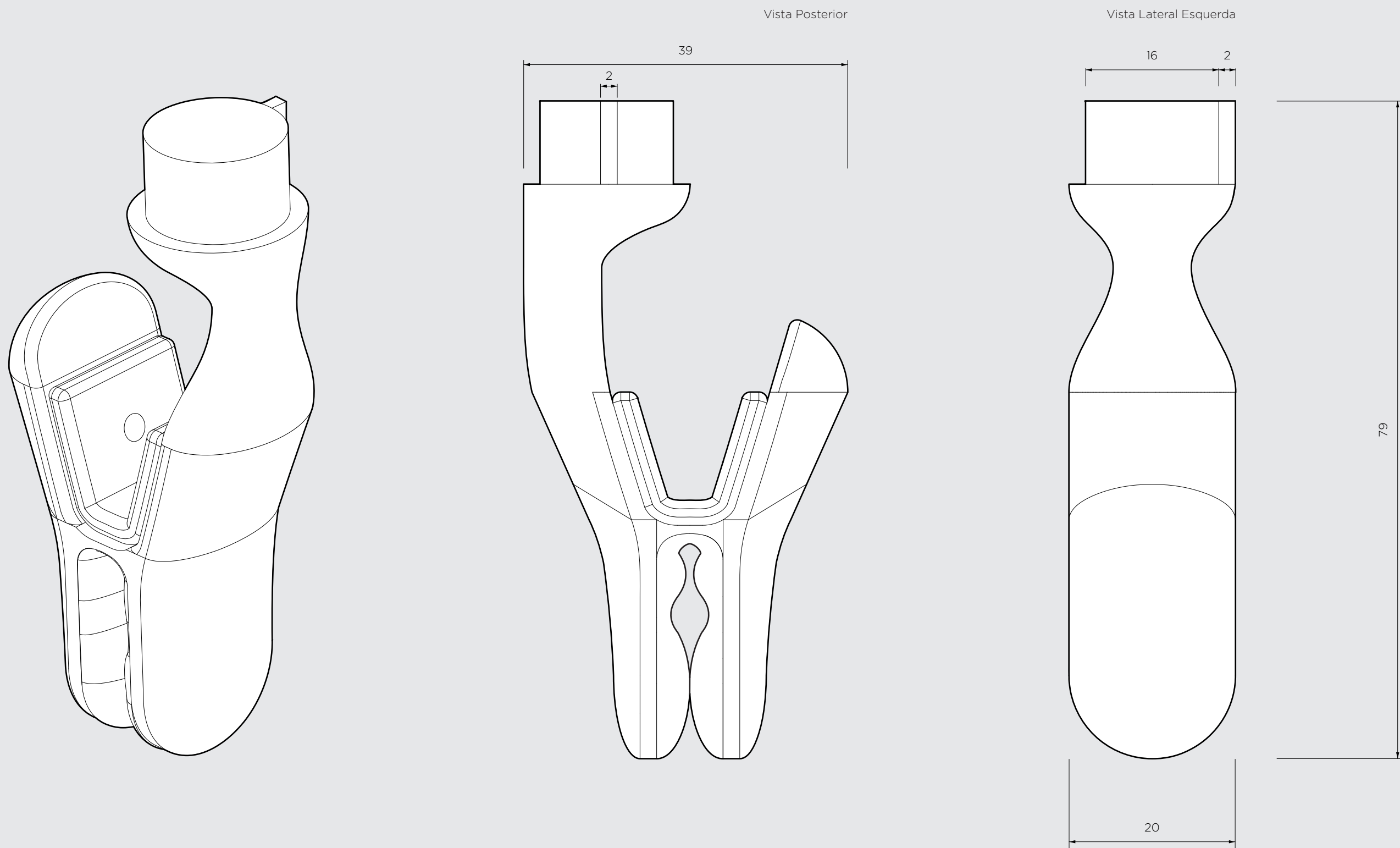
Vista Lateral Esquerda



Vista Superior







DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Terminal Pinça

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

António Santos - 20142054

esc. 2:1 uni. mm

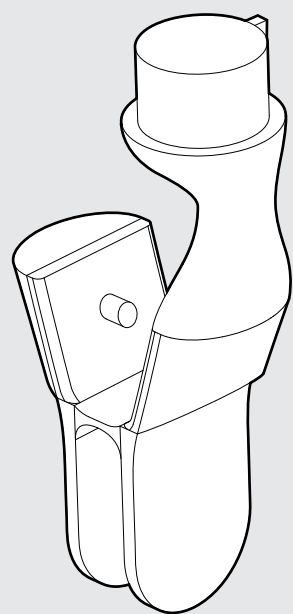
215

10

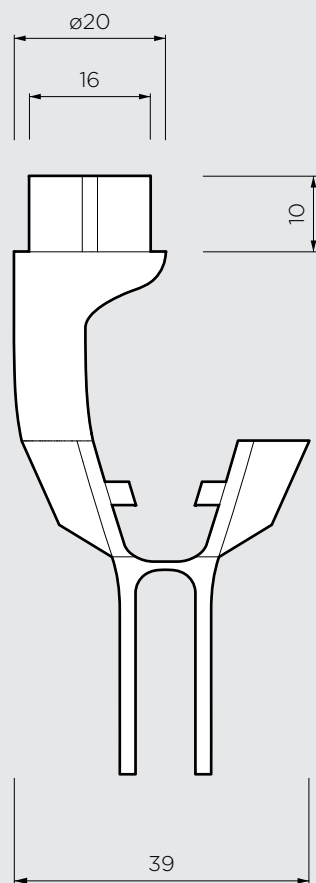




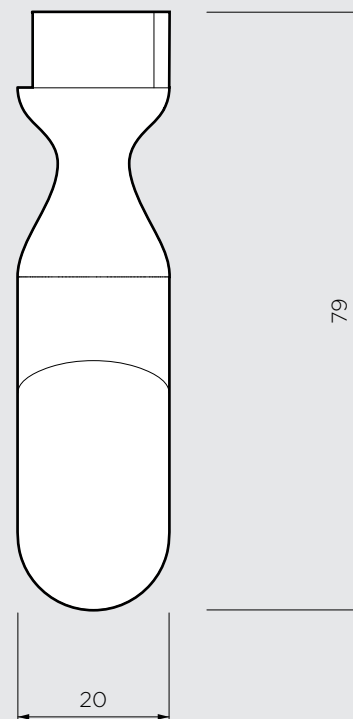




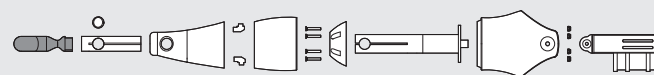
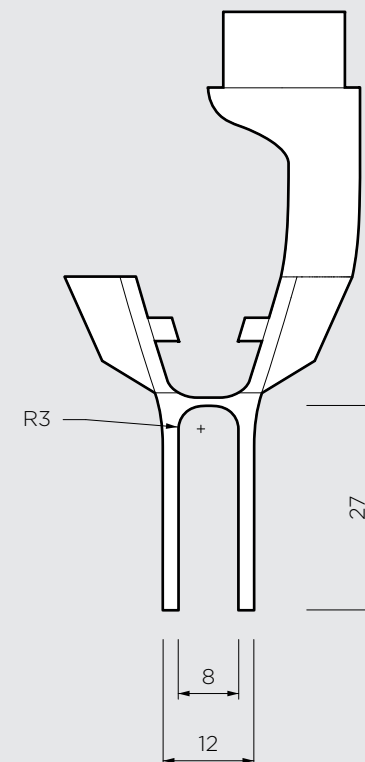
Vista Posterior



Vista Lateral Esquerda



Vista Frontal



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Terminal Pinça — Sem Borrachas

Prótese Transradial

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

António Santos - 20142054

esc. 1:1 uni. mm

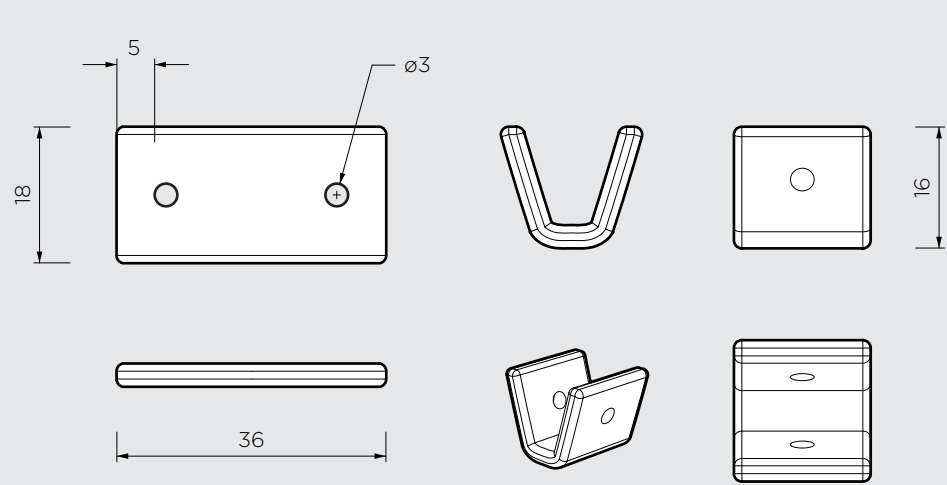
217

10.1

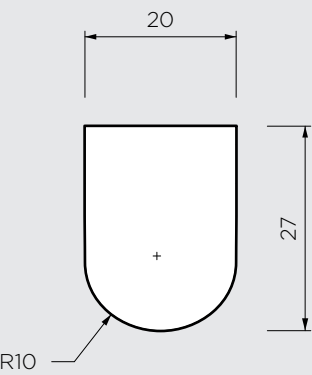




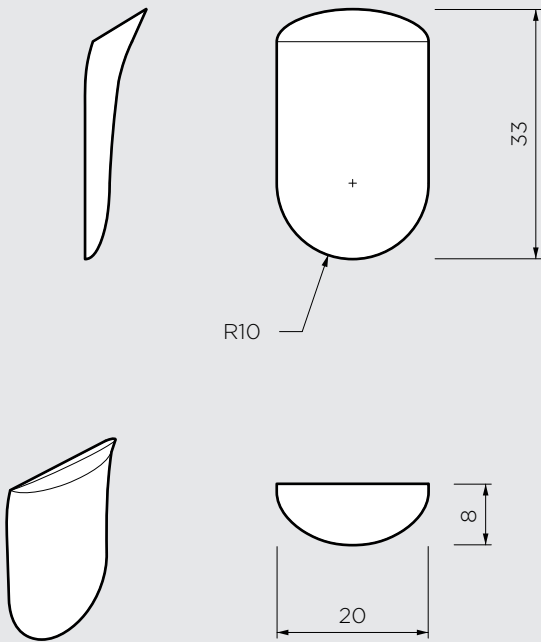
Borracha de Tensão



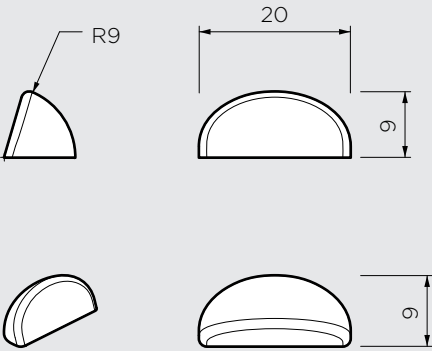
Borracha Interior



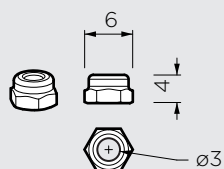
Borracha Exterior 1 (2x)



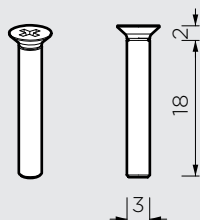
Borracha Exterior 2



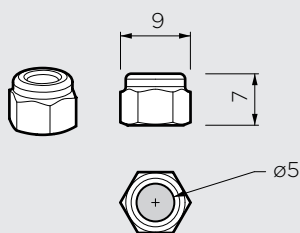




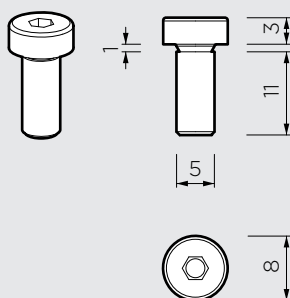
Porca M3 - Quantidade: 6



Parafuso M3 - Quantidade: 6



Porca M5 - Quantidade: 2



Parafuso M5 - Quantidade: 2



DESIGN CENTRADO NO UTILIZADOR NO DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES  
DESIGN DE UMA PRÓTESE TRANSRADIAL

31 - 10 - 2016

Parafusos & Porcas

Prótese Transradial

António Santos - 20142054

FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

esc. 1:1 uni. mm

221

11





---

## **APÊNDICE C - PROJECTO PRÁTICO: RENDERS**







Fig. 54, 55, 56 & 57 - Renders da prótese no manequim; Fonte: Investigador (2016);  
Fonte Manequim: < <https://grabcad.com/library/jarde-dummy-1> >





Fig. 58, 59, 60 & 61 - Renders da prótese com vários acabamentos e cores; Fonte: Investigador (2016);